الهندسة الصحية

الصرف الصحي للمخلفات السائلة

تأليف

المهندس يوسف كامل على كامل

بكالوريوس الهندسة جامعة القاهرة
ماجستير جامعة لندن
مستشار فنى بوزارة الإسكان والمرافق

١٣٩٢ - ١٩٧٢



تأليف

المهندس يوسف كامل على كامل

بكالوريوس الهندسة جامعة القاهرة
ماجستير جامعة لندن
مستشار فني بوزارة الإسكان والمرافق

وسابقا

مدير عام الإدارة العامة للمجارى – وكيل وزارة الإسكان والمرافق
رئيس مجلس إدارة الهيئة العامة للمجارى والصرف الصحى

الطبعـــة الأولى
١٣٩٢ هـ – ١٩٧٢ م


مطبعة السعادة
ميدان أحمد ماهر — شارع الجنداوى رقم ١٢
ت ٩٠٧٣٧٩
س.ت ١١٩٩٧٠

الإهـــداء

لما كانت المكتبة العربية بها عجز شديد فى الكتب الهندسية للصرف الصحى باللغة العربية وتعتمد فى مراجعها على الكتب الأجنبية .

ولما كانت مصر والدول العربية مهدا للحضارات وأول من أرسى كثيرا من أسس العلوم وقواعدها وتقدمت بها إلى حد كبير .

ولما كان العلم لا وطن له ، وآخر ما توصل إليه راجع إلى مجهودات البشرية بمختلف أجناسها ولغاتها على مر العصور .

ولما كانت اللغة سبيلا لنشر العلم بسهولة بين أبنائها .

ولما كانت الكتب العلمية بلغة البلاد عزة وكرامة لمواطنيها ومحو لأى شعور لهم بالنقص أو التخلف .

ولما كان على كل مواطن أن يقوم بواجبه فى مجال علمه وتخصصه . .

لذا . . وجدت لزاما على أن أقوم بتأليف هـــذا الكتاب ، وأهديه للناطقين بالضاد ، راجيا أن أكون قد وفيت به حقاً على ، وفقنا الله جميعا لما فيه خير وعزة العروبة ووطننا العظيم ؟

المهندس
يوسف كامل على كامل

مقدمة

الهندسة الصحية علم تطبيق كباقى علوم الهندسة ، وهو يشمل عدة فروع ، منها الصرف الصحى والذى يختص فى التخلص بأفضل الطرق الفنية والاقتصادية من المخلفات السائلة ، التى هى عبارة عن مياه عادية لوثت بالاستخدام أياً كان ، وأصبحت ضارة بالصحة العامة .

لذا . . . فمنذ أقدم العصور يحاول الإنسان التخلص منها بعيداً عن أماكن إقامته كما كان يقضى حاجته فى حفر بعيدة عن تجمعه الإسكانى ، وهذه الطريقة رغم ما فيها من جهد وضرر صحى كانت متيسرة عندما كان التجمع السكانى ضئيل للغاية (عبارة عن قبائل رحل) .

ولما كبرت التجمعات السكنية واستقرت ، أصبحت هذه الطريقة عقيمة ومستحيلة التنفيذ . فعمد البعض إلى شق قنوات مفتوحة بالشوارع تنحدر بها المخلفات السائلة بمنظرها ورائحتها الكريهة وأضرارها الصحية إلى المواطىء المجاورة مكونة بها البرك العفنة ، وقد تستخدم هذه السوائل إذا تيسر فى رى الأراضى بهذه المواطىء ، فينتج عنها محاصيل ملوثة تنشر الأمراض بتداولها وتناولها . أما المواد الصلبة (الغائط) فقد أنشئت لها الحفر بالمبنى ثم تنقل لخارج المدينة كلما امتلأت هذه الجور ، وهذه الطريقة رغم مضارها العديدة فللأسف ما زالت تستخدم فى بعض المدن — ثم استخدمت الجرادل بدلا من الجور ، وتتلخص فى أن يوضع جردلا ملاصقا لأحد جدران المبنى المطلة على الطريق ومن خلال فتحة بالجدران مقفلة بباب من الخشب تجمع جرادل المبانى المختلفة كل صباح باكر ويوضع بدلا منها جرادل فارغة نظيفة ، وهذه الطريقة ما زالت مستخدمة فى بعض المعسكرات المؤقتة .

ثم تدرج الأمر واستخدمت خزانات التحليل وخنادق التصريف أو ما يقوم مقامها للتخلص من مخلفات المبانى السائلة ، وهذه الطريقة مستخدمة لصرف كثير من مبانى المدن المحرومة من مرفق المجارى العامة ، وكذا لصرف المبانى المنعزلة ، وهذه الوسيلة بما أدخل عليها من تحسينات وما اشترطته الجهات المسئولة عن الصرف الصحى من شروط ومواصفات لتنفيذها أصبحت هى أفضل الطرق الواجب اتباعها لصرف هذه المبانى .

ومياه الأمطار بتراكمها على سطوح الطرق واختلاطها بتربة الشوارع الغير مرصوفة تتكون الأوحال التى تعوق حركة المرور وكثيرا ما تشلها تماما ، مما استدعى منذ أمد طويل العمل على التخلص منها ، فرصفوا الطرق لمنع تكون الأوحال (وتحسنت مع الزمن أنواع الرصف وتطورت إلى حد ما هو معروف منها حاليا) وأنشأوا بها البالوعات لتصريف مياه الأمطار إلى مجارى مبنية تحت سطوح الشوارع تنحدر وتصب فى الكتل المائية المجاورة أنهارا كانت أو بحيرات أو بحار . ثم استخدمت نفس الطريقة للتخلص من مخلفات المبانى السائلة وما زالت مستخدمة فى كثير من المدن (حتى ما هو منها بالدول المتقدمة) رغم ضررها البليغ بالكتل المائية التى تصب بها .

وفى القرن التاسع عشر ، أمكن للعلم التوصل إلى مشروعات تنشأ للصرف وهى عبارة عن عملية تجميع مخلفات المبانى السائلة داخل مواسير ثم نقلها بعيدا عن العمران ما أمكن ، ثم معالجتها لدرجة تسمح بالتخلص منها دون ضرر على الصحة العامة . ومنذ ذلك التاريخ وعلم الصرف الصحى فى تقدم مستمر للارتفاع بمستوى مشروعاته فنيا واقتصاديا ، وبدأت مشاريعه تنتشر بسرعة فى المدن والقرى حسب الإمكانيات المالية للدول .

ومن المعروف أن المياه مصدر للحياة لكل كائن حى ، حيوان كان أو نبات فقد انتشرت الحياة وازدهرت الحضارات حيث وجدت مصادر المياه العذبة ، حتى فى جوف الصحراء المقفرة دبت الحياة حيث وجدت الآبار الصالحة للشرب

والزراعة . لذا فمشروعات مياه الشرب النقية وتوصيلها للمواطنين بالمدن فى يسر وسهولة هى من أهم الخدمات التى تعنى الدول بتوفرها ، وطالما وجدت مياه استخدمت ولوثت وجب التخلص منها دون ضرر على الصحة العامة وإلا انتشر الوباء وأصبحت المدن مباءة للأمراض ومستنقعات عفنة يتعذر الحياة فيها .

ومن ذلك يتضح أن توفير المياه للشرب وللأغراض الأخرى والتخلص من المخلفات السائلة صنوان لا يفترقان ، ويجب قبل توفير الماء لاستخدامه التفكير فى طريقة صرفه ، ولا يقتصر هذا على استخدامات المبانى بل ينصب أيضا على الأراضى الزراعية فطالما كان هناك رى وجب وجود طريقة للصرف .

ورغم أن مشروعات المجارى أكثر كلفة من مشروعات الخدمات الأخرى فهى تبلغ حوالى مرة ونصف تكاليف مشروعات مياه الشرب ، بينما الأخيرة تزيد تكاليف مشروعاتها كثيراً عن تكاليف مشروعات الكهرباء والرصف إلا أن لأهمية مشروعات الصرف الصحى الحيوية وفوائدها الجمة للمدن وبالأخص من الناحية الصحية ، فقد أولتها الدول عنايتها وخصصت لها الاعتمادات اللازمة بميزانياتها .

وبتقدم المدنية وانتشار الصناعة واجه العالم مشكلة خطيرة ، وهى التخلص من مخلفاتها السائلة بطريقة صحية واقتصادية .

وما زالت البحوث تجرى فى مختلف أنحاء العالم للتقدم بمشروعات الصرف الصحى والتوصل إلى أفضل الطرق الصحية الفنية الاقتصادية للتخلص من المخلفات السائلة .

ويشمل علم الصرف الصحى الكثير من علوم الهندسة المدنية والميكانيكية والكهربائية وعلوم الطبيعة والكيمياء والبيولوجى والبكتريولوجى والكثير من العلوم الأخرى . كما يحتاج إلى جمال وتنسيق الهندسة المعمارية .

وقد توخيت فى هذا الكتاب أن يشمل جميع النقاط الرئيسية التى توصل إليها علم الصرف الصحى ، وأن يشمل حصيلة خبرتى العلمية والعملية الطويلة

فى ممارسة هذا العلم ، وقد تضمن بعض الأمثلة وكذا وصف لبعض عمليات الصرف الصحى القائمة موضحا مزاياها وعيوبها ، وراعيت فيه عدم الدخول فى التفاصيل وما تجر إليه من تشعب حتى يسهل على أبنائنا الطلبة وزملائنا المهندسين أن يجدوا به فى يسر وتركيز كل حاجتهم العادية من العلم والمعرفة بهذا العلم .

وأرجو أن أكون بهذا الكتاب قد وفيت حقا ودينا على استمر يطالبنى بتسديده لأبنـــاء عروبتى ، وأتمنى أن يكون كتاباً مفيداً وأن يحقق ما هدفت إليه .

وفقنا الله إلى ما فيه صالح العروبة ، وهو ولى التوفيق ؟

المؤلف

الباب الأول

مرفق المجارى العامة

الغرض منه — مصادر مياهه وشروط ومعايير
صرفها به — مشروعاته — البحوث اللازمة لتصميمه

مرفق المجارى العامة أو مرفق الصرف الصحى عبارة عن عدة مشروعات تنشأ لتجميع المخلفات السائلة من المبانى المختلفة بالمدينة ومايسقط على سطوحها من أمطار ونقلها بعيداً عن العمران ما أمكن ومعالجتها إذا لزم لدرجة تسمح بسرعة التخلص منها دون ضرر على الصحة العامة .

وتعمل كافة الدول إلى توفير الإمكانيات اللازمة لتعميمه رغم ارتفاع تكاليفه لمزاياه العديدة ، فعلاوة على تسهيله لسبل الحياة ، شأنه فى ذلك شأن باقى مرافق الخدمات ، فهو ضرورة صحية ملحة واجب توفيرها للمواطنين ، فقد لوحظ بمجرد إنشائه أن نسبة الوفيات فى الأطفال انخفضت لدرجة ملحوظة ، كما ارتفع المستوى الصحى للمواطنين بما وفره من نقاء للجو ومحافظة على التربة وعلى المياه الجوفية من التلوث ، وعلاوة على هذه المزايا الصحية فهو يحافظ على سلامة المبانى ويزيد بذلك من عمرها ، ومشروعاته للمدن أقل تكلفة بمقارنتها بتكاليف ما يلزم إنشاؤه لكل مبنى من مشروع خاص به لصرفه ، وهو يقضى على عملية كسح الرواسب من خزانات المبانى ، تلك العملية المكلفة القذرة والتى تساعد على تلوث البيئة وانتشار الأمراض .

ومصادر المخلفات السائلة هى :

١ — المياه المنزلية :

وهى المخلفات السائلة للمبانى السكنية وما يلزمها من مبانى خدمات كأماكن العبادة والمدارس والمعاهد والجامعات والمستشفيات والمطاعم ودور السينما والمسارح والنوادى ودورات المياه العامة ومكاتب الخدمات كأقسام الشرطة ومكاتب البريد والبرق والمطافىء ، وكذا الصناعات الصغيرة المنتشرة بأحياء المدينة كمحلات الصباغة وطلاء المعادن ومحلات الحلوى ، كما تشمل المخلفات السائلة لدورات المياه الملحقة بالمصانع الكبرى وكذا مياه غسيل الشوارع .

وغالبية المياه المنزلية مياه عادية تحمل نسبة ضئيلة من المواد الصلبة حوالى ٥٠٠ جزء فى المليون ، نصفها مواد ذائبة ، وحوالى الربع مواد عالقة والربع الباقى مواد قابلة للرسوب .

والمواد الصلبة بمياه المجارى أما عضوية أو غير عضوية وتتراوح نسبة المواد العضوية بين ٤٠ إلى ٧٠٪ من مجموع المواد الصلبة وإليها تنسب درجة تركيز مياه المجارى والتى جرى العرف إلى تقسيمها إلى ثلاث درجات :

١ — مياه مجارى قوية : وهى ما كانت نسبة المواد العضوية بها عالية .

٢ — مياه مجارى متوسطة :وهى ما كانت نسبة المواد العضوية بهامتوسطة.

٣ — مياه مجارى ضعيفة : وهى ما كانت نسبة المواد العضوية بها قليلة .

والمواد الغير عضوية سهل التخلص منها ، أما المواد العضوية فهى التى توجه إليها العناية فى معالجة مياه المجارى إذ أنها سهلة التحلل والتعفن وكلما طال زمن بعدها عن الشمس والهواء زادت تعفنا وتولدت منها الغازات مثل كبريتور الإيدروجين ذو الرائحة الكريهة والميثان سريع القابلية للاشتعال ، ومتوسط محتويات المخلفات الآدمية للشخص فى اليوم حوالى :

١٢٠٠ جرام ماء
٥٠ جرام مواد عضوية
٧٠ جرام مواد غير عضوية

ومياه المجارى المنزلية حديثة الخروج من المبنى رمادية اللون وبها مواد عالقة يمكن رؤيتها بالعين المجردة كعيدان الكبريت ، ورائحة مياه المجارى الحديثة ضعيفة الرائحة الكريهة وهى تشبه إلى حد بعيد الرائحة المنبعثة من بدروم رطب معدوم التهوية .

وإن استمرت مياه المجارى مدة طويلة بشبكة المجارى أصبحت سوداء اللون ذات رائحة نفاذة كريهة ، وإن استمرت لمدة أطول أصبحت مياه مجارى عفنة ووضح للعين المجردة فقاقيع الغاز وهى تخرج من سطحها ، وتكون على سطحها الخبث (المواد الطافية) وقد يكون بسمك كبير حتى يمكن للحيوانات خفيفة الوزن من السير فوقه بكل اطمئنان .

٢ — مياه الأمطار : التى تجد طريقها إلى شبكة المجارى .

٣ — مياه الرشح : وهى المياه الجوفية التى تنفذ إلى داخل منشآت شبكة المجارى العمومية .

٤ — مخلفات الصناعة السائلة :

وهى غالبا أكثر تركيزاً من مياه المجارى المنزلية وتختلف درجة تركيزها ولونها على نوع الصناعة كما قد يحتوى بعضها على نسب مرتفعة من المواد السامة والأحماض الضارة بمنشآت المجارى لذا وضعت لها المعايير والمواصفات الواجب توفرها للتخلص منها بالكتل المائية أو بشبكة المجارى وسيأتى شرح مخلفات الصناعة تفصيلا بالباب الخاص بها .

الشروط والمواصفات اللازم توافرها للسماح للمياه المنزلية بالصرف بالمجارى العامة :

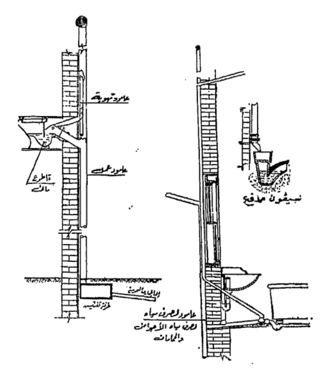
لا توجد معايير يشترط توفرها فى المخلفات السائلة المنزلية لصرفها فى

شبكة المجارى إنما توجد عدة اشتراطات تهدف إلى المحافظة على الصحة العامة وسلامة المبانى وإلى عدم انسداد شبكة مواسير المرفق أو الإضرار بمنشآته ، ومن أهم هذه الاشتراطات الآتى :

١ — أن يكون المبنى متصلا بشبكة مياه المدينة أو له مصدر خاص كاف لجميع احتياجاته من المياه .

٢ — للمحافظة على سلامة المبانى يجب أن تكون جميع الأجهزة الصحية والمواسير المستعملة لصرف المبنى مصنوعة من مواد غير قابلة للامتصاص ولا تسمح بتسرب المياه أو الغاز من جدرانها وأن يتم تركيبها حسب أصول الصناعة ويجب لحامها بمواد عازلة لأى تسرب ، وأن تركب الأعمدة الصارفة للأجهزة الصحية للمبنى على جدرانه الخارجى وممتدة لعدة أمتار أعلا من سطحه وأن يكون من السهل التفتيش عليها وإجراء ما يلزمها من صيانة ويستحسن أن تكون من الزهر وأن تلحم رؤوسها بالرصاص .

٣ — يجب أن تزود جميع الأجهزة الصحية بالمبنى (أحواض — أحواض الاستحمام — المراحيض ، وغير ذلك من الأجهزة الصحية) بقاطوع مائى (سيفون) كما هو موضح بالشكل رقم (١) وذلك لمنع ارتداد الرائحة إلى داخل المبنى ولمنع الرمال وما يماثلها من التسرب إلى شبكة المجارى، ويتراوح القاطوع المائى للمرحاض بين ٢ بوصة وأربعة بوصة،ويتصل السيفون بعامود تهوية قطر ٢ بوصة ليتساوى الضغط على سطحى الماء بالسيفون ويمنع التفريغ عند مرور الماء بعامود العمل من الأدوار العلوية — وتصرف مياه المراحيض والشطف إلى عامود عمل قطره لايقل عن ٤ بوصه وينتهى عامود العمل عند سطح الأرض بغرفة التفتيش كما هو موضح بالشكل رقم (١) أما الأجهزة الصحية الأخرى (أحواض غسيل الوجه والأوانى والاستحمام . . . الخ) فتصرف على عامود مستقل بها قطره لايقل عن ٣ بوصة ومنه إلى جاليتراب ثم إلى غرفة التفتيش .



شكل رقم (١)

٤ — يجب أن يزود كل مرحاض بصندوق طرد سعة حوالى ٣ جالون وأن يكون باستمرار صالح للاستعمال وبحالة سليمة .

٥ — جميع الحنفيات وصناديق الطرد يجب أن تكون من أفضل الأنواع ويمكن أحكام قفلها لتلافى سوء استهلاك المياه وزيادة الحمل على المرفق دون مبرر وقد رأى القائمون بالأمر بجمهورية مصر العربية إعفاء المبانى السكنية القديمة من هذه الشروط واكتفوا بأن يقوم المالك بتركيب سيفون مدفع الموضح بشكل (١) ينشأ عند نهاية التجهيزات الصحية للمبنى حتى يمنع ارتداد الغازات من شبكة المجارى إليها كما يمنع مرور الرواسب منه إلى الشبكة وقدكان الرائد فى ذلك تسهيل توصيل المبانى السكنية القديمة بشبكة المجارى مع عدم إجهاد الملاك بتكاليف قد يكون الكثير منهم غير قادر عليها .

٦ — المحال الصناعية الصغيرة المنتشرة بأنحاء المدينة لخدمة الأهالى يشترط أن تنشأ غرفا لفصل ما قد يوجد بمخلفاتها السائلة من مواد غير مرغوب فى صرفها بشبكة المجارى .

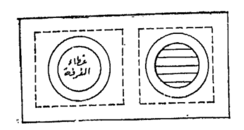
فإن كانت هذه المواد صلبة قابلة للرسوب كما هو الحال فى المدابغ والمطاحن والزرايب وما يماثلها وجب إنشاء غرف ترسيب لحجزها ، وإن كانت مواد زيتية أو دهنية كما هو الحال فى الجراجات العمومية والأفران وعنابر السكك الحديدية ومحطات بيع البترول وتشحيم السيارات وجب إنشاء غرف لحجز هذه الزيوت والمازوت — ويجب أن تتوافر فى هذه الغرف الشروط والمواصفات التى تضعها الجهة القائمة على الصرف الصحى بالمدينة ، ويجب تبييض هذه الغرف بمادة تقاوم الأحماض أو غيرها من المواد التى تشتمل عليها المخلفات التى تقوم بمعالجتها حتى تأمن سلامتها .

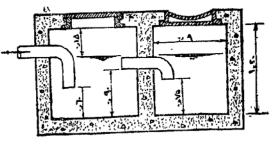
كما يجب تطهير هذه الغرف أولا بأول لعدم السماح بأى مواد تقوم بحجزها بالتسرب إلى شبكة المجارى — وموضح بالشكل رقم (٢) عدة أمثلة للغرف المذكورة .

أسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الصحية الداخلية :

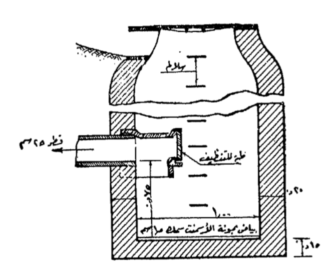
ولما كان عدم مراعاة الأسس الفنية فى تصميم وتنفيذ الأعمال الصحية الداخلية (السباكة) سواء لشبكة مواسير المياه أو المجارى الداخلية للمبنى يضر ضرراً بليغاً بصحة القاطنين به ويؤثر تأثيراً سيئاً على سلامة المبنى ويعجل باستهلاكه كما يسبب مضايقات كثيرة منها عدم وصول المياه اللازمة للاستعمال أو طفح شبكة صرف المبنى ، هذا علاوة على نشر الأمراض المعدية بفضل مساعدته على توالد الحشرات والقوارض الناقلة للميكروبات الممرضة .

ومن المخاطر التى يجدر ذكرها فى هذا الصدد هو احتمال تلوث شبكات المياه الداخلية المخصصة للمياه النقية بالمياه المستعملة عن طريق حدوث اتصال مباشر أو غير مباشر بين كل من شبكتى المياه النقية وشبكة صرف المخلفات السائلة أو بسبب انعكاس سريان المياه داخل مواسير المياه النقية نتيجة الانخفاض المفاجىء لضغط المياه مما ينتج عنه احتمال سحب مياه مشكوك فى نقاوتها الصحية إلى شبكة المياه النقية .





غرفة ترسيب وحجز شحوم



غرفة حجز الرواسب

شكل رقم (٢)

ولذا وجب مراعاة أن تكون الأجهزة الصحية الداخلية وأماكنها مطابقة للشروط والمواصفات ومنفذة على أكمل وجه حسب أصول الصناعة، ونوضح فيما يلي أهم هذه الشروط والمواصفات :

دورات المياه والمطابخ وغرف الغسيل :

لايجوز أن تقل المساحة الداخلية لأى غرفة مرحاض أومبولة على مترمربع وبعرض لايقل عن ٨٥سم مع مراعاة سهولة فتح باب الغرفة وغلقه وأن تتوافر فيها عوامل التهوية والإضاءة المناسبة،ولتحقيق ذلك يجب توفر الشروط الآتية :

لايقل حجم الغرفة عن ٢٫٥م^{٣} لكل مرحاض أو مبولة وأن تطل الغرفة ولو من جهة واحدة على الهواء الطلق سواء كان طريقاً أو منوراً قانونياً أو حوش سماوى ، وأن يكون مزوداً بنافذة لاتقل مساحتها عن نصف متر مربع بحيث لايقل عرضها عن ٣٠سم ويضاف إلى هذه المساحة ربع متر لكل مرحاض أو مبولة إضافية — وفى حالة تعذر تنفيذ ذلك يجب أن تتم التهوية بإحدى الوسائل الآتية :

(١) منور سماوى وينشأ بسقف الغرفة بمسطح لا يقل عن نصف مترمربع لكل مرحاض أو مبولة .

(٢) منور داخلى بمساحة لاتقل عن ١٫٥ × ١٫٠٠ متر وبارتفاع أعلا المبنى تطل عليه الدورات وذلك بالنسبة للفنادق والملاهى والمحال العامة أو ما فى حكمها .

(٣) ماسورة تهوية مناسبة ذات حجم كاف لطرد ما يعادل ١٫٣م^{٣} من الهواء فى الدقيقة لكل مرحاض أو مبولة عمومية ، ونصف م^{٣} /الدقيقة بالنسبة لدورات المبانى السكنية وتراعى هذه الأسس فى تهوية الحمامات والمطابخ .

ويجب أن تتوافر الإضاءة الصناعية بالدورات والمطابخ والحمامات وذلك فى حالة استحالة توفير الإضاءة الطبيعية المناسبة .

ولا يجوز فتح باب غرفة المرحاض مباشرة على غرفة من غرف المعيشة أو الطهى أو يكون متصلا بمكان حفظ المواد الغذائية — ويستثنى من ذلك دورات المياه الخاصة الملحقة بغرف النوم .

ولا يجوز أن يقل مسطح غرفة الحمام من الداخل عن ٢ متر مربع ويجب ألا يقل عرضها عن ١٫٢٠ مترا .

ويجب أن يكون لها حائط على الأقل يطل على الهواء الطلق مباشرة وبه نافذة مساحتها ٠٫٧٥ م٢ — أو أن يتم تهويتها أو إضاءتها صناعياً وفقا لما سبق ذكره — ويجوز أن تشمل غرفة الحمام على مرحاض وفى هذه الحالة يجب ألا تقل المساحة الداخلية عن ٢٫٥ م٢ وألا يقل عرضها عن ١٫٥ متر .

ويجب أن تزود أرضية كل غرفة حمام أو غرفة دش بسيفون أرضية له غطاء على شكل مصفاة وله حاجز مائى لا يقل عن ٥ سم .

يجب ألا تقل مقاسات غرفة المطبخ ١٫٢ × ١٫٥ متر بارتفاع ٢٫٧ متر وأن تتوفر بها سبل التهوية والإضاءة كما سبق ذكره — ويراعى تركيب حوض من الصينى أو المزايكو أو أى مادة أخرى مماثلة وغير قابلة للصدأ أو التآكل وتركب به صفاية من الرخام أو المزايكو .

يجب ألا تقل مقاسات غرف الغسيل من الداخل عن ١٫٢٠ × ١٫٠٠ متر بارتفاع ٢٫٣ متر .

وتركب أحواض الغسيل بالعدد المناسب ويمكن أن تنشأ هذه الأحواض من البناء المكسى من الداخل والخارج بالبلاط القيشانى الغير مشطوف الحواف أو ما يماثله وتزود الأحواض والأرضية بالسيفونات اللازمة .

يراعى تخفيض منسوب الأرضيات الخرسانية بالقدر الذى يسمح بتركيب ومد مواسير الصرف بالأرضية إن كان هناك مدادات .

يجب وضع بأرضيات دورات المياه والحمامات وغرف الغسيل طبقة من مادة عازلة كالأسفلت أو الخيش المقطرن أو مايماثله تمنع تسرب المياه ، ويفضل أن تعمل من طبقتين متعامدتين ويجب أن ترفع على الحوائط الجانبية بمقدار

(٢)

١٥سم فوق الأرضية النظيفة ويتم اختبارهذه الفرشة بغمرها بالمياه لمدة ٢٤ساعة كاملة للتأكد من إحكامها وذلك قبل البدء فى تركيب المواسير .

يجب أن تغطى الأرضيات بمادة صلبة لاتمتص الرطوبة أو المياه بحيث يسهل غسلها وتنظيفها دون إتلافها كالسراميك والبلاط الموزاييك أو الرخام أو الأسمنت المخدوم جيدا .

كما يجب عمل وزره من القيشانى أو من نوع بلاط الأرضية بارتفاع لا يقل عن ٢٠ سم .

كما يجب أن تغطى حوائط الدورة أعلا الوزره بارتفاع لا يقل عن متر بمادة مصقولة مانعة للرطوبة كبياض الأسمنت والرمل المخدوم جيدا ودهانها ببوية الزيت أو البلاستيك بوجهين على الأقل أو تكسيتها بترابيع القيشانى أو الرخام أو الطوب المزجج أو البياض بالمزايكو .

بالنسبة للمراحيض المتجاورة فى دورة مياه واحدة يجب فصلها بقواطيع لا يقل ارتفاعها عن مترين من الأرضية .

كما يلزم أن تنشأ قواطيع من الرخام أو أى مادة أخرى مماثلة بين كل مبولة وأخرى فى مجموعات المباول المتجاورة أو المتقابلة .

ويراعى فصل دورة المياه المخصصة للإناث عن دورة المياه المخصصة للرجال فصلا تاما. ويزود كل مرحاض بباب يفضل أن يرتفع أسفله عن أرضية الدورة بحوالى ١٧ سم .

يراعى فى تحديد مواقع التجهيزات الصحية داخل الدورة عدم إعاقة أو تعارض مواقعها مع وظائف النوافذ والأبواب .

التجهيزات الصحية :

يجب أن يراعى فيها الناحية الصحية وقوة تحملها والاقتصاد فى تكاليفها مع

الراحة فى استخدامها وأن تكون مطابقة للمواصفات القياسية وأن تكون بأقطار كافية لما تستقبله من تصرفات وأن تكون جميعها مزودة بقاطوع مائى وأن يتم تركيبها طبقا لأصول الصناعة وأن تكون جميع لحاماتها عازلة لأى تسرب للماء منها وأن يحبش حول المواسير المخترقة للحوائط تحبيشا جيدا .

ويجب أن تزود المراحيض بصناديق الدفق .

المراحيض :

المراحيض نوعين : المرحاض الشرقى ، والمرحاض الأفرنكى .

ويتكون المرحاض الشرقى من : الجلسة أو القاعدة — السلطانية — السيفون — صندوق الطرد أو الدفق .

ويجب أن تكون القاعدة من الصينى أو الفخار المطلى بالطلاء الملحى أو الزهر بالميناء البيضاء أو أى مادة أخرى مماثلة وأن يخلق بالقاعدة ميول تتجه نحو فتحة السلطانية — وبالقاعدة بروز متدرج لوضع القدمين — ويراعى فى تركيبها أن يكون مستواها منخفض عن منسوب الأرضية المحيطة بها وبحيث تنحدر الأرض نحوها بانحدار مناسب يسمح بصرف ماقد يحيط بها من سوائل، ويجوز عمل وزره بارتفاع ١٥ سم بأسفل حائط غرفة المرحاض من البلاط القيشانى غير مشطوف الحواف أو من نوع بلاط الأرضية .

ويجب ألا تقل مقاسات القاعدة عن ٥٠ × ٥٠ سم .

ويراعى أن تكون السلطانية مستديرة إلى أسفل (بحيث لا يقل قطر المسطح المائى عن ١٠ سم) مع صغر الأسطح الجافة المعرضة للتلوث .

يجب أن يزود المرحاض بسيفون يوضع أسفل السلطانية وبقطر لا يقل عن ١٠ سم .

يجب ألا يقل عمق الحاجز المائى عن ٥ سم وله فتحة للتهوية على السيفون أو الماسورة المتصلة به .

تنظف السلطانية حسب مقتضات الحال وبعد كل استعمال وذلك بماسورة طرد لا يقل قطرها عن ٣ سم متصلة بقاعدته وترد إليها المـاء من صندق طرد عالى مصنوع من الزهر المطلى من الداخل بالصينى أو بأى طلاء آخر مناسب كالبيتومين — ويجوز أن يصنع صندوق الطرد من البلاستيك أو الصينى أو أى مادة أخرى .

ويجب ألا تقل سعة صندوق الطرد عن ٩ لتر ولا يقل ارتفاع قاعه عن القاعدة عن ١ر٧٠ مترا .

ويثبت صندوق الطرد بالحائط على كوابيل أو يثبت من أذانه بواسطة مسامير برمه من النحاس بطول مناسب فى خوابير من الخشب محبش عليها جيدا بالحائط حسب أصول الصناعة .

ويراعى أن تكون ماسورة الطرد من قطعة واحدة تصل صندوق الطرد بالسلطانية حسب أصول الصناعة :

المرحاض الأفرنكى :

يجب أن تكون السلطانية والسيفون من قطعة واحدة مزودة بحافة مجوفة لدفق المياه إلى السلطانية لنظافتها من الداخل .

والمراحيض ذات صندوق الطرد الواطى تتميز بقدرتها الفائقة على التنظيف الذاتى للسلطانية أما ذات صندوق الطرد العالى فتعتمد فى نظافة السلطانية على ضغط المياه .

ويراعى أن تركب السلطانية مستوية على ميزان المياه لضمان تواجد عازل مائى فى السلطانية والسيفون .

ويراعى عند التركيب تثبيت المرحاض بالأرض بما يضمن عدم تحميله على المواسير المتصلة به ويجب أن تكون الوصلات من النوع المرن المحكم حتى

لا تتأثر الوصلات بما يحدث من اهتزازات أو انخفاض فى منسوب الأرضية التى يثبت فيها المرحاض .

نظافة المرحاض :

ترفع الفضلات وتنظف السلطانية بضغط المياه من صندوق الطرد العالى أو الواطى أو صمامات دفق مباشرة .

مواصفات صندوق الطرد العالى مماثلة لما سبق ذكره بالنسبة لصندوق طرد المرحاض الشرقى .

المواصفات الخاصة بصندوق الطرد الواطى يجب أن يتوفر فيه المواصفات الآتية :

— أن يكون من الصينى أو الفخار المطلى بالصينى الأبيض من الداخل والخارج .

— أن تكون جميع ملحقاته الظاهرة من النحاس المطلى بالنيكل أو الكروم أو أى مادة أخرى مناسبة — وماسورة الطرد من النحاس المطلى بالنيكل بقطر حوالى ٤ سم ، وتوصل مع السلطانية حسب أصول الصناعة .

— أن يزود الصندوق بغطاء حتى لا تتسرب المواد الغريبة إلى داخله .

— أن يثبت الصندوق أعلا المرحاض مباشرة أو أعلا قليلا ليكون إلى ظهر الجالس .

— ألا ينغمر أى جزء من الصمامات أو ماسورة إمداده بالمياه فى المياه الموجودة بداخله .

صمامات الدفق :

تستمد مياهها من الموارد الرئيسية مباشرة بماسورة تغذية لا يقل قطرها عن $1\frac{1}{4}$ بوصة لتدفع المياه إلى السلطانية .

وتتميز هذه الطريقة عن صناديق الطرد التى ينتج عن ملئها أصوات والتى تبقى بها المياه راكدة فترة لحين استعمالها ، كما أن هذه الصمامات تعطى دفعة للمياه بمعدل أكبر فى فترة زمنية أقل .

ويلزم أن تزود هذه الصمامات بمحابس أوتوماتيكية لغلق الصمام كما يجب أن يكون اتصالها بموارد مائية تعطى ضغط لا يقل عن ٣٥ كجم / سم^{٢} عند فتح الصمام — كما يجب أن يراعى فى تركيب هذه الصمامات ألا تسمح التوصيلة برجوع المياه إلى مواسير التغذية .

يجب أن يكون الصمام أعلا من أقصى منسوب تصل إليه المياه فى التجهيزات المتصلة به بمسافة لا تقل عن ١٥ سم .

وفيما يلى بيان بكمية المياه التى يجب أن يدفعها الصمام لكل من التجهيزات الآتية :

التجهيزات الصحية	الكمية لتر / الدقيقة
مرحاض	١٢ — ٢٠ لتر
مباول	٨ — ١٠ لتر

المباول :

المباول أنواع عدة أهمها المباول الحوضية والرأسية .

يراعى تركيب المباول الحوضية على ارتفاع يتراوح بين ٥٠ ، ٦٥ سم من منسوب الأرض .

ويراعى تصريف المباول الرأسية أيا كان عددها إلى مجرى مكشوفة على شكل نصف دائرى تصنع من مواد غير قابلة لتسرب السوائل وملساء وخالية من الشقوق مثل أنصاف مواسير الفخار المزجج ويلزم أن تكون متصلة بالمباول مكونة معها قطعة واحدة .

ويجب أن تكون المباول من الصينى أو الفخار النارى المطلى بالصينى

أو البلاستيك وأسطحها ملساء متينة خالية من الوصلات أو الشقوق وبقمتها فتحة ذات رأس لماسورة الطرد ومزودة بناشرة للمياه بالمبوله .

تزود كل مبوله بسيفون من الزهر قطر ٥ر٧ سم وبسمك ٦ مم ومطلى من الداخل بالصينى الأبيض أو أى مادة أخرى مماثلة ويزود السيفون بحلق مقعر بشكل المجرى وجلبة طويلة تثبت فى مدخل السيفون ويلزم طلاء الحلق والمصفاة بالنيكل أو الكروم ويجوز تهوية السيفون حتى لا ينتج منه روائح كريهة داخل الغرفة .

يفضل فى تصميم المبوله أن تسمح بوجود كمية من المياه بداخلها لتخفيف المواد البولية التى تستقبلها .

يراعى غسيل المبوله على فترات متقاربة حوالى ١٠ دقائق ويتم غسيلها إما بصندوق طرد أتوماتيكى أو باليد .

يصنع صندوق الطرد الأوتوماتيكى من الفخار المطلى بالصينى الأبيض من الداخل والخارج أو البلاستيك أو أى مادة أخرى مماثلة وسعته حوالى ٤ لتر ، وتزود كل مبولة بمحبس ويحمل صندوق الطرد على عدد ٢ كابولى من الزهر المطلى بالصينى الأبيض أو أى مادة أخرى مماثلة .

يلزم تغطية الحائط المحيطة بالمباول بالبلاط القيشانى أو ما يماثله وكذا تبليط الأرضية بمادة صلبه لا تمتص الرطوبه وبحيث يسهل غسيلها وتنظيفها كالسيراميك أو بلاط الموزاييك .

يزود صندوق الطرد بحنفية بمحبس من النحاس المطلى بالنيكل أو الكروم مكونة من حنفية بصنبور ومحبس خلفها يكون مع الحنفية جسما واحدا بمفتاح متحرك منظم لعملية الطرد .

ويتم الصرف فى سيفون من الزهر مزوداً بمصفاة كروية من النحاس يصل إلى مداد من الزهر الثقيل منشأ فوق فرشة من الخرسانة الأسمنتية إلى غرفة تفتيش أو أى عامود رأسى ومنه لغرفة التفتيش .

ملحوظات هامة لطريقة استخدام أجهزة المبانى الصحية :

إن مرفق الصرف الصحى مرفق مستقبل وليس بمعطى بمعنى أن أى سدد يحدث به ينتج من سوء استعماله — وتنشئه الدول وتتكلف الكثير فى تنفيذه لخدمة المواطنين والمحافظة على صحتهم العامة ونظافة البيئة التى يعيشون فيها فلا أقل من المحافظة عليه واستخدامه لما أنشىء من أجله — فقد أنشىء لصرف مياه غسيل الوجه والاستحمام وغسيل الأوانى بعد إزالة ما بها من فضلات وغسيل أرضية المبانى دون الأتربة وصرف مخلفات المراحيض مع استخدام السيفون ولم ينشأ ليكون صفيحة قمامة يلقى به بالمواد الصلبة أيا كانت من شاش وقطن وزجاج مكسور وفضلات الخضر والفاكهة مما يعمل على سد الشبكة وطفح مياه المجارى منها بالشوارع مسببة للمضايقات ونشر الروائح الكريهة والأمراض حتى يقوم المسئولون بإزالة أسباب الانسداد وآثاره معرضين العاملين بها لأقذر أنواع العمل وأخطره علاوة على ما تتكبده الدولة من تكاليف كانت فى غنى عنها لو نصب كل مواطن من نفسه رقيبا عليها ولم يسىء استخدام المرفق .

وقد لوحظ أن أكثر السدود بالشبكة يحدث بالأحياء التى أعفيت مبانيها من اشتراطات الأجهزة الصحية الداخلية واكتفى بإنشاء سيفون مدفع لتسهيل توصيل مبانيهم إلى المجارى العامة دون إجهادهم المالى — فما كان منهم إلا أن ردوا الجميل بالإساءة إلى المرفق وألقوا بمواسير صرف مبانيهم بمواد فى منتهى الغرابة فتعمل على انسداد سيفون المدفع فيحدث الطفح فى الشوارع ، وقد لا يكتفوا بذلك بل قد يتخلصوا من سيفون المدفع فتجد هذه المواد طريقها إلى الشبكة فتعمل على انسدادها ويعم الطفح بالمنطقة .

ومبانى الخدمات كالمصانع الصغيرة والجراجات والمخابز المنتشرة بأنحاء المدينة وكذا عنابر السكك الحديدية فرغم استجابة غالبية منتفعيهم لما يطلب منهم من اشتراطات فينشئوا غرف الترسيب أو غرف حجز الشحوم والزيوت والمازوت إلا أنهم لا يعملوا على تطيرها مما يجعل هذه الغرف كأن لم تكن

وتجد المواد طريقها إلى الشبكة فتعمل على انسدادها ، وللافاة عمليا هذا التقصير (الراجع غالبيته لقلة إمكانية المنتفعين من نقل المخلفات إلى المقالب) يفضل أن تقوم الجهة المشرفة على أعمال المجارى بمعرفتها بتطهير هذه الغرف ونقل ما تحتجزه إلى المقالب العمومية وذلك نظير أجر تتقاضاه من ملاك هذه المصانع أو المنشئات :

وقد لوحظ عدم إصلاح ما يتلف من أعمدة صرف المبنى فتفيض مخلفاته السائلة بالشوارع المطل عليها بدلا من صرفها بشبكة المجارى .

وكثيراً ما تفقد أغطية غرف التفتيش المبنى فتنهال بها الأتربة ويعبث بها الصبية فيملؤها بالأتربة والأحجار وبذا يمتنع اتصال المبنى بشبكة المجارى وتصرف مخلفاته السائلة بالشوارع .

هذا بعض من كثير من أمثله إساءة وإهمال استخدام الأجهزة الصحية الداخلية .

لذا يجب أن تكون القوانين رادعة وضرورة تقديم المخالفين للمحاكمة مع السرعة فى الأحكام وفى تنفيذها فالمخالفين علاوة على إضرارهم بأنفسهم يضرون بالغير وبالدولة بتكبيدها تكاليف باهظة ومشقة قذرة فى ملاحقة إزالة هذه السدود .

كما يلزم بأجهزة الإعلام المختلفة رفع الوعى بين المواطنين وتعريفهم بالمرفق وقدراته وطريقه استخدامه بعدم إلقاء ما يعمل على انسداده أو الإسراف فى استخدام المياه دون مبرر فتتكلف الدولة مشاريع للتدعيم دون ما ضرورة . والمشاهد بالدول مرتفعة الوعى أنه لا يلقى حتى بعيدان الكبريت أو مخلفات شعر الرأس البسيط فى أجهزة الصرف الصحى بل يتخلص منها بصفيحة القمامة .

من هذا يتضح جليا فائدة الأجهزة الصحية الداخلية للمبانى وضرورة المحافظة عليها واستخدامها لما أنشئت من أجله .

مشروعات الصرف الصحى

وتتلخص مشروعات الصرف الصحى فى الآتى :

(أ) مشروعات شبكة المجارى وتشمل :

١ — شبكة مواسير الانحدار — تنشأ بشوارع المدينة والغرض منها هو توصيل المبانى عليها لتجميع ونقل مخلفاتها السائلة .

٢ — محطات رفع فرعية — تنشأ لرفع مياه المجارى من المواسير الفرعية إلى مواسير انحدار رئيسية أو مجمعات أعلا منسوبا وذلك فى حالة الوصول بشبكة مواسير الانحدار إلى أعماق كبيرة أوغير ذلك من الأسباب التى تستوجب الناحية الاقتصادية أو الناحية الفنية رفع المياه .

٣ — مواسير رئيسية (مجمعات) لتجميع ونقل مياه المناطق ومواسير الانحدار التى تصب بها رأسا إلى أعمال التنقية أو ترفع إليها .

٤ — محطات رفع ومواسير طرد رئيسية تنشأ فى حالة الحاجة إلى رفع مياه المجمعات إلى أعمال التنقية .

(ب) مشروعات التنقية :

لمعالجة مياه المجارى لدرجة تسمح بالتخلص منها دون ضرر على الصحة العامة وهى تشمل عدة وحدات (مصافى وأحواض راسب رملى وأحواض ترسيب ابتدائية وأحواض تهوية وترسيب نهائية وتعقيم بالكلور وغير ذلك من معالجة لزيادة درجة التنقية وقد تنفذ جميعها أو بعض منها تبعا لدرجة المعالجة اللازمة) والشكل رقم (٣) كروكى يوضح نقل وتنقية المياه من الأنهر وغيرها بغرض استعمالها ثم تلوثها بالاستخدام ثم ما يتبع ذلك من تجميعها ونقلها ومعالجتها والتخلص منها ثم إعادة استعمالها والاستفادة من جميع مكوناتها ، ومنه يتضح أن حركة المياه دائريه ، تنقية فاستخدام فتلوث فتجميع فمعالجة وإعادة استخدام ... وهكذا .

الأبحاث والبيانات اللازمة

لتصميم مشروع للمجارى العمومية

من أهم البيانات الواجب الحصول عليها والبحوث الواجب إجرائها قبل تصميم مشروعات المجارى العموميه هى :

١ — عدد سكان المدينة عند تشغيل المشروع والمنتظر بعد تشغيله بعشر سنوات وكذا بعد خمسة وعشرون سنة وذلك للمدينة ككل ولكل منطقة منها على حدة .

٢ — تحديد كمية المخلفات السائلة للفرد فى اليوم .

تحديد كمية مياه الرشح المنتظر وصولها لشبكة المجارى العامه فى أوقات السنة المختلفة .

أوقات هطول الأمطار خلال العام وفترات هطوله وأقصى فترة متصلة لسقوط الأمطار وأقصى كمية منها تصل للشبكة فى اليوم وفى الثانية وكمية هطول الثلوج خلال العام وأوقاته .

٣ — تخطيط شامل للمدينة بوضعها الحالى وما ينتظر أن يطرأ عليه من تعديل وما ينتظر للمدينة من امتداد ، مع بيان المناطق السكنية ونوعياتها المختلفة والمناطق الصناعية ونوع كل صناعة ومقدار ونوع مخلفاتها السائلة .

٤ — خريطة موقع عليها المرافق العامة الحالية والمنتظرة مثل شبكة المياه والكهرباء والتليفونات وخطوط الترام والسكك الحديدية - وشبكة الصرف الصحى القديمة إن وجدت - والمجارى المائية المختلفة .

٥ — خريطة كنتورية للمدينة وما يجاورها من مناطق ،

٦ — ميزانية شبكية للمدينة وللمناطق المجاورة المنتظر تعميرها وكذا

للمناطق المنتظر إنشاء أحواض معالجة المجارى بها وللطرق المقترح السير بها للوصول لهذه الأحواض .

٧ — جسات بأنحاء المدينة المختلفة وبالمواقع المنتظر إنشاء مشروعات للصرف الصحى بها مع بيان على الجسات أنواع التربة للأعماق المختلفة ومنسوب مياه الرشح على مدار السنة .

٨ — فى البلاد الساحلية يلزم خريطة توضح البحيرات أو البحار المطلة عليها المدينة مبينا بها الرءوس واتجاه التيارات المائية على مدار العام وأماكن الاستحمام وأعماق المياه بالقرب من الشاطىء إلى حيث توجد الأغوار العميقة .

٩ — اتجاه الرياح ودرجات حرارة الجو على مدار السنة .

١٠ — مصادر الكهرباء بالمدينة وقوة كل محطة ونوع التيار .

المفروض أن تسبق المرافق مشروعات تعمير المدن إلا أن غالبية المدن قد استقرت منذ أجيال بينما الصرف الصحى بوضعه الحالى لم يعرف إلا فى القرن الماضى مما كان سببا فى عكس الوضع فغالبية مشروعات المجارى تنشأ لمدن قائمة .

ونوضح فيما يلى كيفية الحصول على البيانات وعلى إجراء البحوث اللازمة للتصميم .

عدد السكان :

يمكن الحصول على عدد السكان بأحد الطرق الآتية :

(١) معدل الزيادة الثابت (متوالية حسابية) .

(٢) طريقة المسجل العام (متوالية هندسية) .

(٣) طريقة الرسم البيانى .

والمثال الآتى يوضح الطرق الثلاث :

أوجد عدد السكان سنة ٢٠٠٠ لمدينة تعدادها فى السنوات المختلفة الماضية هو :

السنة	عدد السكان	السنة	عدد السكان
١٩١٠	٣٠٠٠٠	١٩٢٠	٣٨٠٠٠
١٩٣٠	٥٨١٢٠	١٩٤٠	٧٥٢٠٠
١٩٥٠	١٠٥٣٠٠	١٩٦٠	١٣٥٢٠٠

الحل بطريقة معدل الزيادة الثابت :

معدل الزيادة من ١٩١٠ إلى ١٩٢٠ = $\frac{٨٠٠٠}{٣٠٠٠٠} \times \frac{١٠٠}{١٠}$ = ٢ر٧٪ فى السنة

وبالمثل » » » ١٩٢٠ إلى ١٩٣٠ = ٣ر٥٪ »

» » » ١٩٣٠ إلى ١٩٤٠ = ٢ر٩٪ »

» » » ١٩٤٠ إلى ١٩٥٠ = ٤ر٠٪ »

» » » ١٩٥٠ إلى ١٩٦٠ = ٢ر٨٪ »

∴ متوسط معدل الزيادة من ١٩١٠ إلى ١٩٦٠ = ٣ر٥٪ تقريبا

∴ عدد السكان سنة ٢٠٠٠ = $\frac{١٣٥٢٠٠ \times ٢٤٠}{١٠٠}$ = ٣٢٤٤٨٠ نسمة

الحل بطريقة المسجل العام (متوالية هندسية) :

وتشبه الزيادة فى عدد السكان بهذه الطريقة ما ينتج من الربح المركب ويفرض أن عدد سكان مدينة هو س ، $س_1$ فى سنتين متتالين

فيكون معامل الزيادة السنوية وليكن م = $\frac{س_1}{س}$

أى أن $س_1$ = م س

∴ معدل الزيادة فى السنوات ١٩١٠ ، ١٩٢٠ تحصل عليه كالآتى :

٣٨٠٠٠ = ٣٠٠٠٠ × م^{١٠}

∴ لو ٣٨٠٠٠ = لو ٣٠٠٠ + لوم

٤و٥٧٩٨ = ٤ر٧٧١ + لوم

∴ لوم = ٠ر٠١٠٢٧

∴ م (معدل الزيادة فى السنة) = ٢ر٣ ٪

وبالمثل معدل الزيادة فى السنوات ١٩٢٠ و ١٩٣٠ = ٢ر٦ ٪

معدل الزيادة فى السنوات ١٩٤٠ و ١٩٥٠ = ٣ر٤ ٪

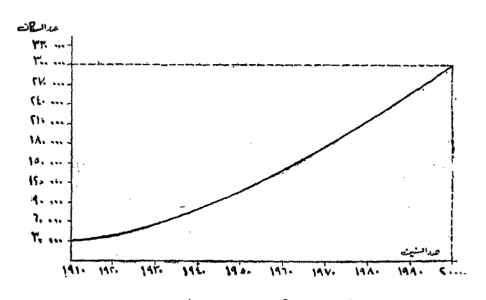
معدل الزيادة فى السنوات ١٩٥٠ و ١٩٦٠ = ٢ر٥ ٪

∴ متوسط معدل الزيادة = ٣ر٠ ٪

∴ عدد السكان سنة ٢٠٠٠ = ١٣٥٢٠٠ × ١ر٠٣^{٤٠} = ٤٣٩٩٠٠ نسمة

الحل بطريقة الرسم البيانى :

الرسم البيانى شكل رقم (٤)



رسم بيانى لايجاد عدد السكان

شكل رقم (٤)

الخط الأفقى يبين عدد السنين ، الرأسى عدد السكان .

يوقع عدد السكان فى السنوات الماضية ويوصل بين هذه النقط بمنحنى يمد فى امتداده الطبيعى ومنه يمكن الحصول على السكان فى السنوات المقبلة .

ومن المنحنى . عدد السكان سنة ٢٠٠٠ = ٣٠٠٠٠٠

وبذا فعدد السكان لمتوسط الطرق الثلاث = ٣٥٠٠٠٠ نسمة تقريبا

ولا يمكن الإعتماد الكلى على هذه الطرق الثلاث فهى صحيحة إلى حد ما إن كانت الأمور سائرة بالمدينة بمعدل منتظم غير أن الحروب ، والأوبئة ، وعوامل الهجرة من المدن أو إليها التى من أسبابها العوامل السياسية والاقتصادية وإنشاء المصانع والجامعات والمراكز الحكومية أو التجارية الهامة ، كما أن ارتفاع الوعى وتحديد النسل كلها عوامل لها دخل كبير فى زيادة معدل السكان أو نقصه .

ولما لتحديد عدد السكان من أهمية قصوى فى تصميم مشروعات الصرف الصحى إذ أنه من الأسس الهامة التى تبنى عليها قدرة المرفق اللازمة وقت تشغيله ولخمسة وعشرين سنة لاحقة لذا يجب أن يعطى العناية التامة والوقت الكافى لبحثه ودراسته لتحديده .

هذا فيما يخص المدن الآهلة بالسكان أما الأحياء أو المدن المستجدة فيقدر عدد سكانها بعد الرجوع إلى تخطيطها وتحديد نوعيات العمران للمناطق المختلفة وعدد السكان الذى حدده القائمون بالتخطيط ـ ولا عطاء فكره عامة عن عدد السكان بالتقريب لمختلف المناطق نوضح الآتى :

١٠٠ شخص للهكتار للمناطق المخصصة للفيلات

٣٥٠ شخص للهكتار للمناطق متوسطة الإزدحام

٧٠٠ / ١٠٠٠ شخص للهكتار للمناطق المزدحمة

علما بأن الهكتار يساوى ١٠٠٠٠م٢

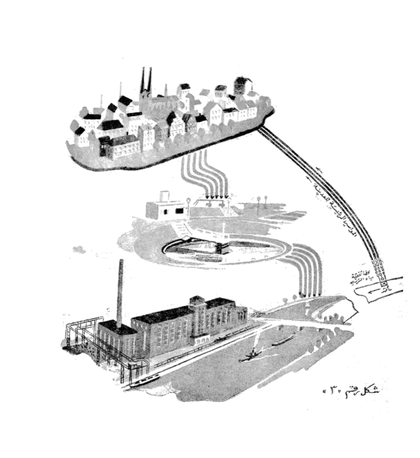
التصرفات :

يلى تقدير عدد السكان فى الأهمية تقدير كمية المخلفات السائلة التى سيخدمها المرفق .

وهى عبارة عن المياه المنزلية ومياه الأمطار والرشح ومخلفات الصناعة السائلة .

المياه المنزلية:

ويقدر تصرف المياه المنزلية على أساس استهلاك الفرد فى اليوم . واستهلاك الفرد فى اليوم يشمل جميع التصرفات التى ترد للمرفق (سواء من مبانى سكنية أو خدمات لها) فيما عدا مياه المطر والرشح والصناعة ويختلف استهلاك الفرد فى اليوم باختلاف مستوى المعيشة وباختلاف العادات ، ومدى الوعى ، وسهولة أو صعوبة الحصول على مياه الشرب ، فيقل معدل استهلاك الفرد فى اليوم فى المدن التى تنقل إليها مياه الشرب أو يحصل عليها من البحار بعد إزالة الملوحة ، كما ينخفض المعدل بانخفاض مستوى المعيشة وكذا فى المدن التى تكثر بها الإسكانات الجماعية ذات دورات المياه المشتركة لعدد من العائلات ، ويرتفع معدل استهلاك الفرد لعكس الأسباب التى تعمل على انخفاضه ، وهذا المعدل للمدن المزودة بمرفق المياه يتراوح بين ٥٠ لترا فى اليوم للمدن الصغيرة ويرتفع إلى ٢٠٠ لتر / اليوم للمدن الكبرى ذات الوعى المرتفع كمدن الجمهورية العربية المتحدة والمدن الكبرى بالإتحاد السوفيتى وبألمانيا الغربية والشرقية وفرنسا وإنجلترا بينما يرتفع عن ذلك كثيرا بمدن الولايات المتحدة الأمريكية فيصل لحوالى ٧٠٠ لتر / اليوم ويرجع سبب هذا الإرتفاع الكبير فى المعدل إلى سوء الإستخدام وارتفاع مستوى المعيشة وكثرة الحمامات فى المسكن الواحد ورخص مياه الشرب واستخدام المواطنين



شكل رقم «٣٠»

للمياه للتخلص من قمامة منازلهم بطحنها بآلات بالأحواض مع فتح الماء عليها بشدة ولمدة طويلة لتجرفها إلى شبكة المجارى .

ويجب الرجوع إلى تصرفات المياه بالمدينة من مصادرها المختلفة إذ أن المخلفات المنزلية السائلة تساوى ٨٠ ٪ تقريبا من استهلاك المياه .

وأن زيادة أو نقص معدل مياه الشرب هو مؤشر دقيق لما ينتظر للمخلفات المنزلية السائلة من زيادة أو نقص بالتبعية .

مياه الرشح :

لعدم رفع تكاليف مشروعات الصرف الصحى تنفذ منشآته غير مانعة تماما لمياه الرشح وبذا يتسرب بعضا منها إلى شبكة المجارى وتضاف كميته إلى التصرف اليومى المفروض أن تقوم بخدمته وحدات المرفق المختلفة ولتقدير كميته يجب الحصول على البيانات الآتية :

— مناسيب مياه الرشح بالتربة على مدار السنة ولعدة سنوات سابقة .
— مناسيب منشآت المجارى المختلفة والمسطحات المنغمر منها بمياه الرشح مع بيـــان فترة انغمارها خلال العام ومعدل تسرب مياه الرشح خلال موادها المختلفة .

ومن هذه البيانات يمكن حصر منشآت المجارى التى ستغمر بمياه الرشح ومدة انغمارها خلال العام وضغط عامود مياه الرشح الواقع عليها ومن معدل التسرب للمواد المختلفة تحت الضغوط التى حددت يمكن حساب بدقة أقصى وأدنى تصرف يومى لمياه الرشح الذى يتسرب إلى شبكة المجارى .

وبجمهورية مصر العربية لا يؤخذ فى التقدير مياه الرشح بل يعتبر أن المخلفات السائلة للفرد فى اليوم وهى ٢٠٠ لتر تشمل مياه الرشح .

ومن فوائد مياه الرشح بكميات معقولة هو تخفيف درجة تركيز مياه المجارى

بشبكة المواسير وزيادة السرعة بها فى أوقات ضعف تصرف المياه الواردة إليها أى فى الأوقات المتأخرة من الليل ، فإن زادت كميتها بنسبة كبيرة أصبحت ضارة إذ تحتاج لمواسير بقطر أكبر وزادت تكاليف عملية رفع المياه من الشبكة ، لذا يجب أخذ الحيطه اللازمة لعدم السماح بتسرب كمية كبيرة من مياه الرشح لمنشآت الصرف الصحى .

مياه الأمطار :

تقدر كميات مياه الأمطار بالحصول على البيانات الآتية :

— موسم هطول الأمطار .

— بيان بكميتها اليومية ومدة نزولها المستمرة وذلك لعدة سنوات سابقة مع عدم أخذ فى الاعتبار الكميات الشاذة سواء المرتفعة منها أو المنخفضة ، وبالمثل لكميات هطول الثلوج . ولندرة نزول الأمطار بالمدن الداخلية بالجمهورية لا تحتسب لها قيمة تضاف إلى التصرف اليومى للفرد ويكتفى بتقديره للمدن الساحلية والقريبة من شواطىء البحار ، وبالحصول على البيانات المذكورة يمكن حساب أقصى وأدنى تصرف / الثانية لمياه المطر .

مياه الصناعة :

المخلفات السائلة من الصناعات الصغيرة المنتشرة بأحياء المدينة تدخل ضمن مايقدر للفرد فى اليوم من المخلفات السائلة أى لاتقدر لها كميات خاصة بها.

أما الصناعات الكبيرة خارج الكتلة السكنية للمدينة أو بداخلها فتحسب لكل كمية مخلفاته السائلة المسموح بصرفها فى شبكة المجارى العامة .

البيانات الأخرى والبحوث اللازمة لتصميم مشروعات الصرف الصحى :

بتقدير عدد السكان والاستهلاك المنزلى ومياه الرشح والأمطار ومخلفات الصناعة يمكن حساب كمية المخلفات السائلة للمدينة ككل ولكل منطقة منها

على حدة ، وبذا نكون قد حصلنا على التصرفات التى سيقوم المرفق بخدمتها بمجرد إنشائه ولسنوات عدة لاحقة .

ولتخطيط وتحديد خطوط شبكة المواسير ومواقع محطات الرفع وأعمال التنقية وطريقة التخلص من المخلفات السائلة بعد معالجتها يلزم الحصول على باقى البيانات ونتائج البحوث السابق ذكرها لتجنب التنفيذ فى التربة الضعيفة ما أمكن ذلك وتصميم المنشآت حسب تحمل التربة ، وللتعرف على العوائق وتجنبها ، وتخطيط الشبكة وتوجيه انحدارها ما أمكن فى اتجاه ميل الأرض الطبيعى مع مراعاة أن تخدم جميع المبانى القائمة والمنتظر إقامتها وذلك طبقا لتقدير الجهة المسئولة عن التخطيط ، واختيار موقع أعمال المعالجة فى مكان لا تهب منه الريح إلى المدينة وقريب منها ما أمكن لتقليل تكاليف مياه المجارى وعدم بقائها بالشبكة مدة طويلة تسمح بتعفنها وتعقدها ، وأن يكون الموقع المختار لأعمال المعالجة قريب من مكان التخلص من المياه بعد معالجتها .

وبالإجمال فكل من البيانات والبحوث التى سبق ذكرها ضرورى لتخطيط وتصميم أى مشروع للصرف الصحى .

وعلى مدى الدقة فى هذه البيانات والبحوث يتم التخطيط والتصميم على أفضل الطرق الفنية والاقتصادية .

الباب الثانى

المواسير المستخدمة فى مشروعات الصرف الصحى

أنواع المواسير المستخدمة فى مشروعات الصرف الصحى عديدة ، وأكثرها استعمالا هى :

المواسير الفخار الحجرى — المواسير الأسمنتية
مواسير تبنى بالموقع — مواسير الزهر
مواسير الصلب .

ويليها فى كثرة الاستعمال :

مواسير الاسبستوس — مواسير البلاستيك
مواسير الخشب — مواسير من الخيوط البتيومينيه
وغيرها من أنواع المواسير التى تصلح لاعمال المجارى .

ومن أهم ما يجب مراعاته فى خصائص المواسير المستخدمة لأعمال المجارى أن تكون ذات مقاومة للتآكل ، متينة التحمل ، مسامها غير قابلة للامتصاص أو التسرب ، يمكن أن تتحمل العمل بكفاءة لمدة طويلة ، قليلة التكاليف كما يراعى فى اختيارها قلة وزنها وتحملها لاختلاف عوامل الجو ، وخواصها الهيدروليكية مناسبة لانسياب المخلفات السائلة بها .

مواسير الفخار الحجرى المزجج :

لما كان من خواص مياه المجارى لما تحمله من مواد عضوية وغير عضوية هو نحر وتآكل المنشآت التى تمر بها ، لذا كان من أهم ما يجب أن يعنى به فى اختيار مواسيرها أن تكون مقاومتها لهذين العاملين على درجة عالية ، وهذه الميزة متوفرة فى مواسير الفخار الحجرى المزجج فلقد أثبتت السنين صلاحيتها التامة لاستعمالها فى شبكات الانحدار فما أنشىء منها منذ عشرات السنين (فى مختلف أنحاء العالم بمختلف أجوائه ودرجة تركيز مخلفاته السائلة) ما زال بحالة جيدة وقائم بعمله على أكمل وجه .

هذا علاوة على رخص ثمنها وتكاليف إنشائها ويعيبها أنها ثقيلة الوزن نوعا ، هشة تحتاج إلى عناية فى النقل ، وضعيفة التحمل للضغوط لذا فهى لا تستخدم فى خطوط الطرد (مواسير تعمل تحت ضغط) .

وتصنع مواسير الفخار الحجرى المزجج بأقطار من ٣ بوصة إلى ٣٦ بوصة (٧٫٥ سم إلى ٩٠ سم) وقد صنعت فى بعض دول العالم حتى قطر متر ، وجمهورية مصر العربية والمانيا الغربية هما الدولتان الوحيدتان اللتان تصنعها الآن حتى قطر ١٫٢٥ متر ، وهناك اتجاه بجمهورية مصر العربية لتصنيعها بقطر ١٫٥ متر . وأطوال المواسير الفخار تتراوح بين ٢ ، ٣ قدم (٦٠ ، ٩٠ سم) وتصنع أحيانا بأطوال ٥ قدم أى ١٫٥ متر .

صناعة مواسير الفخار الحجرى المزجج :

أولا يؤتى بالطينة الصالحة لصناعة مواسير الفخار الحجرى من حيث تتوفر ، (وتوجد بوفرة فى جمهورية مصر العربية بمدينة أسوان) ، يزال ما بالطينة من مواد غريبة ثم تترك مدة وجيزة لتجف وبعد ذلك تطحن ثم تمرر فى غربال عدد ثقوبه يتراوح بين ١٠ إلى ١٦ ثقبا فى البوصة ، ثم تبلل قليلا ويعاد طحنها فنحصل على عجينة قابلة للضغط دون حدوث أى تشقق بها

فتضغط فى قوالب ضغطا عاليا حوالى ٢٥ طن على البوصة المربعة ، تستخرج بعد ذلك من القوالب وتقطع أطرافها بسكينة لفافة وترص فى غرف التجفيف لمدة حوالى أسبوعين ، بعد ذلك يبدأ حرقها وترفع درجة حرارتها تدريجيا على مراحل خمسة حتى تصل ١١٠٠ درجة سنتجراد وتتم هذه المراحل فى مدة عشرة أيام ، وبعدئذ يلقى فى فرن الحريق بالملح النقى (كلورور الصوديوم) فيتكون على سطحى الماسورة من الداخل والخارج طبقة مزججة صلبة غير مسامية ملساء وتخانتها حوالى ٣ مم وتنتج هذه الطبقة من الاتحاد الكيميائى بين الصوديوم والسلكا المصهورة .

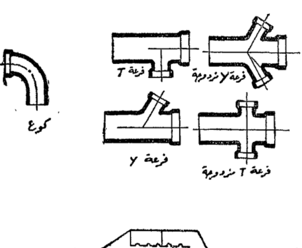
وفى حالة عدم الدقة فى عملية الحريق تحدث بعض الشروخ الشعرية السطحية .

ويمكن استخدام السيراميك بدلا من كلورور الصوديوم لتكوين الطبقة المزججة إذ به نحصل على سطوح أكثر نعومة ومقاومة أكبر للتآكل والنحر والتسرب إلا أن تكاليفه تزيد كثيراً عن تكاليف كلورور الصوديوم .

وتصنع القطع المخصوصة يدويا . والكيعان بسيطة الانحناء تشكل بتقويس الماسورة بعد خروجها من القالب وتحرق مع باقى المواسير بنفس خطواتها — والشكل رقم (٥) يوضح رأس الماسورة وذيلها كما يوضح بعض القطع المخصوصة .

وبعد تمام صناعة المواسير تختبر بالمصنع طبقا للمواصفات العالمية المعترف بها ، وأهم المواصفات الواجب توفرها فى هذه المواسير هى :

* أن تكون كاملة ومنتظمة الاستدارة .
* أن تتحمل ضغطا رأسيا فى وضعها الأفقى حوالى ٢ طن على المتر الطولى .
* ألا تزيد نسبة امتصاصها للماء عن ٥ ٪ للمواسير سمك $\frac{3}{4}$ بوصة ، ٨ ٪ للمواسير سمك من بوصة إلى بوصة ونصف ، ١٠ ٪ لما يزيد عن ذلك فى السمك .



ماسورة فخار قطر ٨"

وصلات المواسير

شكل رقم (٥)

* لايظهر أى رشح على جدرانها بتعريضها لمدة ٣٠ ثانية لضغط مائى من الداخل لايقل عن ٢٠ رطل على البوصة المربعة .

* أن تكون جدرانها خالية من فقاقيع الهواء أو الحبيبات ومحروقة حرقاً جيداً .

وتلحم المواسير بمـــونة الرمل والأسمنت بنسبة ١ : ١ أو ١½ : ١ مع استعمال حبل القلفاط المقطرن وفائدته :

١ — وضع خط المواسير فى المحور .

٢ — منع تأثير مياه المجارى أو غازاتها على اللحامات الأسمنتية .

٣ — منع تسرب مونة اللحام لداخل المواسير :

وتستعمل أحيانا مواد أخرى للحام كالقار النباتى معجونا بالأسمنت ،

أو مخلوط من الكبريت والرمل مصهوراً ومصبوبا فى موضع اللحام ، أو مركبات مكونة من الأسفلت أو زيت بذرة القطن ، إلا أن اللحام بمونة الرمل والأسمنت أفضلها فهى تقوم بالغرض تماما مع رخص تكاليفها .

وفيما يلى جدولا يوضح وأطوال وسمك المواسير للأقطار المختلفة طبقا للمواصفات الإنجليزية :

القطر بالبوصة	طول الماسورة بالقدم	سمك الماسورة بالبوصة	عمق رأس الماسورة بالبوصة	سمك اللحام بالبوصة
٣	٢	٧/١٦	٢	٥/١٦
٥	٢	٩/١٦	٢ ١/٤	٧/١٦
٧	٢ ١/٢	١١/١٦	٢ ١/٤	٦/١٦
٩	٣	٣/٤	٢ ١/٢	١/٢
١٢	٣	١	٢ ٣/٤	٥/٨
١٥	٣	١ ١/٤	٣	٥/٨
١٨	٣	١ ١/٢	٣	٥/٨
٢١	٣	١ ٥/٨	٣ ١/٤	٣/٤
٢٤	٣	١ ٣/٤	٣ ١/٢	٣/٤
٢٧	٣	١ ٧/٨	٣ ١/٢	٣/٤
٣٠	٣	٢	٣ ١/٢	٣/٤
٣٦	٣	٢ ١/٢	٣ ١/٢	١

ويبين الجدول التالى قوة التحمل للمواسير الفخار الحجرى المزجج بالرطل على القدم الطولى للماسورة طبقا لمواصفات الولايات المتحدة الأمريكية :

قطر الماسورة بالبوصة	الحمل رطل على القدم الطولى	الحمل الأقصى
٦	١٫٦٥٠	٣
٨	١٫٩٥٠	٣
١٠	٢٫١٠٠	٣
١٢	٢٫٢٥٠	٣٫٣٧٥
١٥	٢٫٦٢٥	٤٫١٢٥
١٨	٣٫٠٠٠	٤٫٨٥٠
٢١	٣٫٠٠٠	٥٫٧٧٥
٢٤	٣٫٠٠٠	٦٫٠٠٠
٢٧	٤٫١٢٥	٧٫٠٥٠
٣٠	٤٫٨٠٠	٧٫٥٠٠
٣٣	٥٫٢٥٠	٨٫٢٥٠
٣٦	٥٫٨٥٠	٩٫٠٠٠

المواسير الخرسانية :

إن كثيراً من المبانى خلال القرن الحالى أنشئت من الخرسانة وقد يتبادر إلى الذهن إن الخرسانة إحدى اختراعات هذا الجيل بينما أول من أرسى قواعدها هم قدماء المصريين وذلك منذ ٣٦٠٠ سنة قبل الميلاد ويشهد على ذلك مونة الجير الملصوق بها للآن حجارة الأهرامات ، وقد انتقل استخدام هذه المونة إلى اليونان وإيطاليا ومنه البانثيون بروما المنشأة من خرسانة الجير تؤكد ذلك وهى مازالت قائمة وبحالة جيدة لتاريخه .

وبانتهاء الامبراطورية الرومانية انتهى كل أثر لمنشآت تقام بهذه المونة حتى كان القرن الثامن عشر حيث وجدت مبانى بانجلترا أنشئت بنفس الطريقة التى سبق أن استخدمها المصريون والرومانيون .

وفى سنة ١٧٥٦ أمكن للمهندس جون سميتون أن يلاحظ تصلب الجير تحت سطح الماء كما اكتشف أن بخلطه بالأحجار نحصل على كتلة صلبة . ولقد كان هذا الاكتشاف تطوير كبير لاستخدام مونة الجير ، ولم يعط هذا الاكتشاف ما يستحقه من عناية إلا أنه بعد سنوات قليلة أحيا الكيميائى الفرنسى « فيكات » هذا البحث ، وبدء فى دراسته وتحسينه ، وتبعه لسنوات طويلة كثير من الباحثين ، إلى أن كانت سنة ١٨٢٤ تمكن الباحث جوزيف اسبدن من اختراع ماهو معروف حالياً بالأسمنت البورتلاندى — وقد تناوله بعد ذلك بالبحث والتحسين إلى أن جاء المهندس جونت جرانت الإنجليزى وأدخل عليه كثيراً من التحسينات واستخدمه فى إنشاء مجرى مجارى لندن . وفى أواخر القرن التاسع عشر حصل تطوير عظيم للخرسانة وذلك بالوصول إلى طريقة تسليحها .

ولم تكن الخرسانة المسلحة شائعة الاستعمال إلا فى بداية القرن الحالى ، وبالبحوث المستمرة أمكن الوصول إلى أفضل النسب لمواد الخرسانة (الزلط — الأسمنت — الماء) كما وضعت المواصفات اللازم توفرها لهذه المواد وأصبحت الخرسانة من أهم مكونات البناء وأمكن التوصل إلى تسليح الخرسانة بحديد سابق الإجهاد وهو يزيد من متانة الخرسانة ومقاومتها للأحمال والضغوط التى تقع عليها .

وفى سنة ١٩١٨ أمكن تصنيع المواسير الخرسانية بواسطة الطرد المركزى وهذه الطريقة تعمل على تجانس جدران الماسورة وعدم وجود أية فراغات بها وبالتبعية الحصول على ماسورة أقوى متانة وأكثر مناعة لتسرب المياه وسطح أكثر نعومة يقلل فاقد الاحتكاك عما لو صنعت الماسورة يدويا . وتصنع

المواسير بالطرد المركزى حتى قطر ٤٢ بوصة من الخرسانة العادية أو المسلحة أما المواسير بأقطار ٤٥ بوصة وأكثر فتصنع جميعها من الخرسانة المسلحة .

تصنيع المواسير الأسمنتية:

* تصنع المواسير والقطع المخصوصة من خرسانة الأسمنت البورتلاندى العادى أو سريع التصلب مع مراعاة مطابقة الأسمنت المستخدم للمواصفات القياسية .

* يجب أن يكون الرمل والزلط (أو ما يقوم مقام الزلط) صلباً وأن يمر المخلوط جافا فى غربال ذى ثقوب مربعة طول ضلعها يساوى نصف بوصة إذا كان قطر المواسير ٣٦ بوصة أو أقل ، ومن غربال ذى ثقوب مربعة طول ضلعها يساوى ٣/٤ بوصة إذا زاد قطر المواسير عن ٣٦ بوصة .

* يجب أن تكون خرسانة المواسير من حجم واحد من السمنت (على أساس ١٤٤٠ كيلوجرام للمتر المكعب من السمنت العادى ، ١٢٨٠ كيلوجرام للمتر من السمنت سريع التصلب) مضافا إليه كمية من الزلط والرمل لاتتجاوز أربعة أمثال حجم السمنت — ويجب أن تخلط الخرسانة أولا على الناشف خلطاجيداً ثم يستمر الخلط مع إضافة الماء النقى اللازم لكى تعطى الخلطة أكبر كثافة ممكنة ، ويجب أن يتم الخلط ميكانيكيا .

* يجب أن تصب الخرسانة فى القوالب بمجرد إتمام خلطها — كما يجب إلا تمس أو تحرك بعد الشك ، ويجب عدم استعمال أى خرسانة بدأت فى الشك قبل صبها فى القوالب .

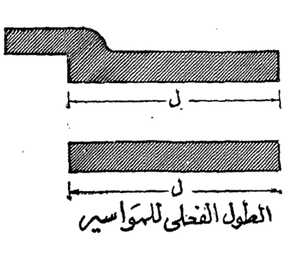
* يجب أن تكون للخرسانة أكبر كثافة ممكنة ومتجانسة مع إجراء عملية كبس الخلطة بالدق أو الضغط أو الاهتزاز أو الطرد المركزى أو أى طريقة أخرى مناسبة .

* يجب أن تكون القوالب وطريقة الصناعة بحيث يتوفر بهما صنع المواسير بمقاسات أو أشكال مطابقة لهذه المواصفات ، كما يجب أن تكون جميع السطوح والحواف معتدلة وسليمة ، وأن تكون النهايات عمودية على المحاور الطويله للمواسير .

* يجب أن تكون الماسورة منتظمة القطر والسمك فى كامل طولها ، وتصنع المواسير برأس وذيل أو أسطوانية بدون رأس ويجوز صنعها بأى شكل آخر لازم .

* يجب أن تبقى المواسير والقطع المخصوصة لمدة لاتقل عن ستة أسابيع لتمام تصلبها ويجوز تخفيض المدة إلى أسبوعين إذا غمرت المواسير فى الماء بعد صبها .

* طول الماسورة هو الطول الفعلى (ل) بين ذيل الماسورة ونهاية الرأس كما هو مبين بالشكل (٦) وتصنع المواسير غالباً بأقطار ١٫٠٠ متر ، أو ١٫٥٠ متر ، أو ٢٫٠٠ متر .



شكل رقم (٦)

* يجب أن تكون المواسير تامة الاستقامة وألا يتجاوز الانحراف فى استقامة المواسير فى كامل طولها عن ٤ مم فى المتر ، والانحراف هو أكبر بعد للسطح عن حافة مسطرة توضع على جسم الماسورة من الداخل .

والجدول التالى يوضح بعض الاشتراطات الواجب توافرها فى المواسير الخرسانية :

القطر بالبوصة	التجاوز (بالزيادة أو العجز) المسموح به فى القطر الداخلى بالبوصة	التجاوز المسموح به فى سمك الماسورة بالبوصة	أقل سمك لحين اللحام بين الرأس والذيل بالبوصة	أقل عمق للرأس بالبوصة
٧	١/٨	١/١٦	٣/٨	٢ ١/٤
٩	١/٨	١/١٦	٣/٨	٢ ١/٤
١٢	١/٨	١/١٦	٥/٨	٢ ١/٢
١٥	١/٨	٣/٣٢	٥/٨	٢ ١/٢
١٨	١/٨	٣/٣٢	٥/٨	٢ ٣/٤
٢١	١/٤	٣/٣٢	٥/٨	٢ ٣/٤
٢٤	١/٤	٣/٣٢	٣/٤	٢ ٣/٤
٢٧	١/٤	٣/٣٢	٣/٤	٣ر٠
٣٠	١/٤	٣/٣٢	٣/٤	٣ ١/٤
٣٣	١/٤	٣/٣٢	٣/٤	٣ ١/٢
٣٦	١/٤	٣/٣٢	٣/٤	٣ ١/٢
٣٩	١/٤	١/٨	٣/٤	٣ ٣/٤
٤٢	١/٤	١/٨	٣/٤	٣ ٣/٤
٤٥	١/٤	١/٨	٣/٤	٤ر٠
٤٨	١/٤	١/٨	٣/٤	٤ر٠
أكثر من ٤٨	٣/٨	٣/١٦	٣/٤	٤ر٠

الاختبارات التى تتم بالمصنع :

اختبار الضغط المائى :

يجب أن تتحمل المواسير ضغطا مائيا من الداخل قدره ٢٠ رطل على البوصة المربعة (١٫٤ كجم على سم٢) دون أن تظهر عليها أى أثر للترشيح أو التلف .

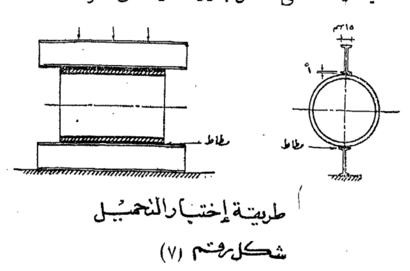
وتتم تجربة الضغط على جسم الماسورة أو على الماسورة بأكملها بما فى ذلك الرأس ، وتجرى عملية الضغط بمعدل لا يزيد عن ١٠ أرطال على البوصة المربعة (٠٫٧ كجم على سم٢) فى مدة خمس ثوان . ثم يرفع إلى الضغط المطلوب الذى يجب أن يظل ثابتا لمدة نصف دقيقة - كما يجب قبل البدء فى الضغط التأكد تماما من خلو الماسورة من الهواء .

اختبار الامتصاص المائى :

تؤخذ قطعة من كل ماسورة مختارة لهذا الاختبار بكامل سمك الماسورة يكون مسطحها حوالى ١٠٠ سم٢ — على أن تكون جميع حافاتها مكسورة — وتجفف مدة ٧٢ ساعة فى فرن تجفيف به تهوية مناسبة ودرجة حرارته بين ٨٥° ، ٩٥° مئوية — ثم توزن بمجرد إخراجها من الفرن وتغمر مباشرة فى الماء لمدة عشر دقائق ، ثم تجفف بقطعة جافة من القماش لمدة نصف دقيقة وتوزن ثم تغمر فى الماء لمدة ٢٤ ساعة وتجفف بنفس الطريقة المذكورة ويعاد وزنها ، ويجب ألا يزيد وزنها بعد غمرها أولا فى الماء لمدة عشر دقائق بأكثر من وزنها وهى جافة ، كما يجب ألا يزيد وزنها بعد غمرها لمدة ٢٤ ساعة بأكثر من ٦٫٥ ٪ عن وزنها وهى جافة .

اختبار التحميل :

توضع الماسورة أفقية وتضغط من أسفل وأعلا بين فكين على محور واحد بطول الماسورة وعرض كل منها ١٥ سم مع وضع قطعة من المطاط بسمك ٢٫٥ سم بين كل فك والماسورة كما هو موضح بشكل (٧) ويجرى الضغط تدريجيا بمعدل لا يتجاوز ١٧٠ كجم على المتر الطولى من الماسورة فى كل عشر ثوان ، ويجب أن تتحمل الماسورة ضغط قدره ٢٠٠٠ كجم على المتر الطولى لمدة دقيقة واحدة على الأقل بدون حدوث أى كسر .



طريقة إختبار التحميل
شكل رقم (٧)

الأكواع والمشتركات

تصنع أكواع المواسير بطول ٣٠ سم إلى ٤٥ سم مقاسا على محورها للأقطار ٤ بوصة إلى ٩ بوصة ، ٦٠ سم للأقطار من ١٢ بوصة إلى ١٤ بوصة ، وزوايا الأكواع عادة ٩٠° ، ٤٥° ، ٢٢٫٥° ، ١١٢٥° .

وتختبر الأكواع والمشتركات لغاية قطر ١٢ بوصة بالضغط المائى كاختبار المواسير ولغاية عشرة أرطال على البوصة المربعة بدون حصول رشح أو تلف ، كما تجرى عليها تجربة الامتصاص والتحميل على أساس :

— ٢٦٠٠ رطل على البوصة المربعة للخرسانة بعد ٧ أيام من صنعها .

— ٣٦٠٠ رطل على البوصة المربعة للخرسانة بعد ٢٨ يوما من صنعها .

والجدول الآتى يوضح بعض بيانات للمواسير الخرسانية طبقا للمواصفات البريطانية :

القطر الاسمى الداخلى بالبوصة	القطر الخارجى لجسم الماسورة بالبوصة	طول الماسورة بالقدم	خرسانة عادية درجة (ب)		خرسانة مسلحة درجة (أ)	
			سمك جدران الماسورة بالبوصة	وزن الماسورة الكلى بما فى ذلك الرأس بالرطل	سمك جدران الماسورة بالبوصة	الوزن الكلى للماسورة بما فى ذلك الرأس بالرطل
٦	٨	٦	١	١٧٢	١	١٧٥
٧	٩ ١/٤	٦	١ ١/٨	٢٠٧	١ ١/٨	٢١٠
٩	١١ ١/٤	٦	١ ١/٨	٢٨٠	١ ١/٨	٢٨٣
١٢	١٤ ٣/٤	٦	١ ٣/٨	٤٣٨	١ ٣/٨	٤٤٢
١٥	١٨	٦	١ ١/٢	٦٠٢	١ ١/٢	٦٠٦
١٨	٢١ ١/٤	٨	١ ٥/٨	٩٨٢	١ ٥/٨	٩٨٨
٢١	٢٤ ١/٢	٨	١ ٣/٤	١٢١٠	١ ٣/٤	١٢١٧
٢٤	٢٧ ٣/٤	٨	١ ٧/٨	١٥٠٠	١ ٧/٨	١٥٠٧
٢٧	٣١	٨	٢,٠٠	١٨٠٦	٢	١٨١٧
٣٠	٣٤ ١/٤	٨	٢ ١/٨	٢٠٨٦	٢ ١/٨	٢٠٩٨
٣٣	٣٧ ١/٢	٨	٢ ١/٤	٢٥٤٨	٢ ١/٤	٢٥٦٨
٣٦	٤٠ ٣/٤	٨	٢ ٣/٨	٢٩٩٦	٢ ٣/٨	٣٠١٢
٣٩	٤٤	٨	٢ ١/٢	٣٣٦٠	٢ ١/٢	٣٣٧٤
٤٢	٤٧	٨	٢ ١/٢	٣٥٩٣	٢ ١/٢	٣٦٢٤
٤٥	٥١	٨	—	—	٣	٤٥٠٨
٤٨	٥٤	٨	—	—	٣	٤٨٠١
٥١	٥٧	٨	—	—	٣	٤٩٤٧
٥٤	٦١	٨	—	—	٣ ١/٢	٦٥٣٣

القطر الاسمى الداخلى بالبوصة	القطر الخارجى لجسم الماسورة بالبوصة	طول الماسورة بالقدم	خرسانة عادية درجة (ب)		خرسانة مسلحة درجة (ا)	
			سمك جدران الماسورة بالبوصة	وزن الماسورة الكلى بما فى ذلك الرأس بالرطل	سمك جدران الماسورة بالبوصة	الوزن الكلى للماسورة بما فى ذلك الرأس بالرطل
٥٧	٦٤$\frac{١}{٣}$	٨	—	—	٣$\frac{٣}{٤}$	٧٠٢٣
٦٠	٦٧$\frac{١}{٣}$	٨	—	—	٣$\frac{٣}{٤}$	٧٥٢٠
٦٣	٧١	٨	—	—	٤	٨٤٠٠
٦٦	٧٤	٨	—	—	٤	٨٩٠٤
٦٩	٧٧$\frac{١}{٣}$	٨	—	—	٤$\frac{١}{٤}$	١٠٠٠٠
٧٢	٨١	٨	—	—	٤$\frac{١}{٣}$	١٠٩٩٧
٧٥	٨٤	٨	—	—	٤$\frac{١}{٣}$	١١٥٥٠
٧٨	٨٧	٨	—	—	٤$\frac{١}{٣}$	١١٦٧١

هذه الأوزان للمواسير ذات الرأس والذيل وهناك مواسير بوصلات أخرى أخف وزنا .

وإذا استخدمت المواسير درجة (ب) للعمل تحت ضغط وجب تسليحها ومن أهم مواصفاتها أن تتحمل المواسير حتى قطر ٣٠ بوصة ضغطا قدره ١٨٥٠ رطل على القدم الطولى وللأقطار أعلا من ذلك ١٦٠٠ رطل ولا يزيد الامتصاص بعد ١٠ دقائق عن ١ر٧٥٪ من الوزن وبعد ٢٤ ساعة عن ٤ر٧٥٪ منه . وتلحم المواسير الخرسانية المستخدمة فى شبكات الانحدار بنفس الطريقة التى تلحم بها المواسير الفخار .

أما المواسير التى تستخدم لنقل مياه المجارى تحت ضغط فتوصل رؤوسها بوصلات مرنة من الكاوتشوك وقد تستخدم هذه الوصلات لربط رؤوس

مواسير الانحدار فتكاليفها لا تزيد كثيراً عن تكاليف لحام الرؤوس بمونة الأسمنت وتمتاز عنها بمرونتها فهى تتشكل مع ما قد ينجم من تحرك بسيط للرؤوس مع احتفاظها بإحكامها التام للوصلة . والمواسير الأسمنتية لا تقاوم فعل غازات مياه المجارى وبالأخص كبريتور الأيدروجين الذى يتحول إلى حامض الكبريتيك بفعل البكتريا اللاهوائية وهذا الحامض يتفاعل ويؤثر تأثيراً شديداً على المواد الجيرية والموجودة بنسبة كبيرة بالأسمنت البورتلاندى.

وقد أثبتت التجارب ضعف الخرسانة فى مقاومة غازات المجارى فمواسير الأسمنت الفرعية التى أنشئت بضاحية مصر الجديدة تآكلت واستدعى الأمر بعد فترة وجيزة من عمر تشغيلها إلى استبدالها بمواسير فخار حجرى مزجج ، كما أن المجمع الرئيسى الذى أنشىء من الخرسانة وبدء تشغيله سنة ١٩١٤ تآكلت جدرانه منذ السنة الأولى من تشغيله وانهار فى بعض من أجزائه وما زال للآن مصدرا للمتاعب وموضوع تحت المباشرة المستمرة ويجرى ترميمه بين وقت وآخر .

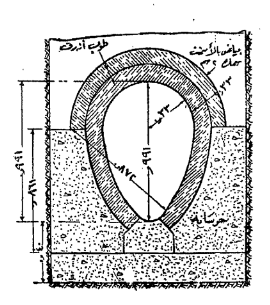
وتستخدم المواسير الخرسانية كأغلفة (أنفاق) لوضع مواسير المجارى بها عند الحاجة إلى ذلك لتعديات السكك الحديدية ولا تستخدم المواسير الأسمنتية المسلحه لعمليات ضغط مياه المجارى أما فى شبكة الانحدار فلا تستخدم المواسير الأسمنتية إلا فى الحالات الآتية :

١ — عدم توفر مواسير الفخار الحجرى وارتفاع سعر توريدها وتوفر المواسير الأسمنتية بسعر مناسب ، مع التأكد من عدم توالد غازات بدرجة تضر ببدن المواسير — ويعمل على ضعف توالد الغازات بالمواسير أو انعدامها برودة الجو وكثرة الأمطار وحداثة مياه المجارى (أى أنه لم يمض عليها مدة داخل المواسير بعيدة عن الشمس والهواء) .

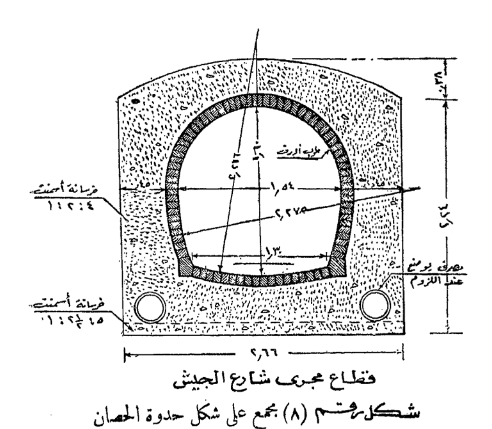
٢ — عدم توفر مواسير الفخار الحجرى بالقطر المطلوب (أقصى قطر لها

١٫٢٥ متر) فيضطر إلى استخدام المواسير الأسمنتية أما سابقة الصب أو تبنى في مكان تركيبها مع تبطينها بمادة تقاوم فعل الغازات .

وفى جمهورية مصر العربية تبنى المواسير (المجمعات) التى يزيد قطرها عن ١٫٢٥ من الخرسانة مع تبطينها بالطوب الأزرق المضغوط واستعمال الأسمنت الفوندى للحام العراميس لقلة نسبه الجير به عن نسبته بالأسمنت البورتلاندى ، وقد أثبتت هذه الطريقة نجاحا رغم ارتفاع درجة الحرارة وارتفاع درجة تركيز المياه وكثرة تواجد غاز كبريتور الأيدروجين بالمجمعات فالمجمعين الذين أنشئا بهذه الطريقة بمدينة القاهرة منذ حوالى ٣٠ عاما ما زالا للآن بحالة جيدة للغاية . وتبنى المواسير الكبيرة أى المجمعات على أشكال عدة فنها ما هو مربع الشكل أو بشكل حدوة الحصان أو بيضاوى القطاع وهذه الأشكال قد قل استخدامها لعدة أسباب أهمها عدم سهولة انسياب المياه فى الأول وكثرة الرواسب فى الثانى وصعوبة تنفيذ الثالث والشائع الاستعمال حاليا هو المجمعات ذات القطاع الدائرى وذلك لسهولة إنشائها وتطهيرها ، كما أن انسياب المياه والسرعة بمختلف ارتفاع القطاع مناسبة ، والشكل رقم (٨) موضح به قطاعات مختلفة الأشكال للمجمعات .



شكل رقم (٨) مجمع بيضاوى



قطاع مجرى شارع الجيش

شكل رقم (٨) مجمع على شكل حدوة الحصان

قطاع مجرى شارع رمسيس

شكل رقم (٨) مجمع دائرى

المواسير الزهر :

تستخدم مواسير الزهر فى حالة تعرض المواسير لضغط داخلى وفى أعمال المجارى تستخدم المواسير الزهر فى المنشآت الآتية :

١ — مواسير الطرد - وهى التى تضغط بها محطات الرفع الفرعية تصرفاتها

٢ — المواسير الصاعدة وهى التى تضغط بها محطات الرفع الرئيسية تصرفاتها إلى أعمال التنقية أو إلى مكان التخلص من مياه المجارى .

٣ — مواسير ضغط الهواء - وهى تنقل الهواء المضغوط من المحطة الرئيسية لتوليده إلى محطات رفع مياه المجارى لتشغيلها .

٤ — ويستعمل فى شبكة مواسير الانحدار لأغراض معينة منها :

* فى حالة خشية تعرض التربة للتحرك البسيط وتعرض المواسير للانحناء تبعا لذلك .

* تشبع التربة بمياه رشح غزيرة والرغبة فى عدم تسربها لشبكة المواسير .

* تحت خطوط الترام والسكك الحديدية وتحت طرق ثقيلة حركة المرور مع قرب المواسير من سطح الأرض .

* تعدية قاع الأنهر أو الترع أو المصارف .

* مساقط مياه المجارى داخل البحار .

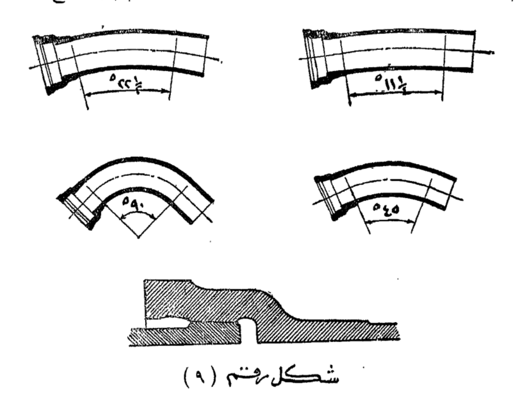
* تعديات الشوارع الهامة لسرعة التنفيذ .

* فى حالة إنشاء مواسير الانحدار تحت المبانى لضمان زيادة عمرها أولا وزيادة تحملها للأحمال فوقها وإمكانها تقبل ماينتظر من تحرك بسيط للأرض بفعل ترييح المبانى عما لو استخدمت مواسير الفخار .

وغير ذلك من الحالات التي يرى استخدام مواسير أكثر تحملا للأحمال وأكثر قابلية للانحناء عن مواسير الفخار الحجرى المزجج :

وتصنع هذه المواسير بالطارد المركزى أما القطع المخصوصة فتصنع بالدق الميكانيكى — والمواصفات العالمية تشمل الأبعاد والأوزان المختلفة لهذه المواسير وهى تنقسم إلى أربع درجات (ا ، ب ، ج ، د) ومواسير درجة (ا) أخف وزنا وأقل مقاومة للضغط عن مواسير درجة ب التي هى أقل من الدرجة ج ، والدرجة (د) أثقلها وزنا وأسمكها جدرانا وأكثرها تحملا للضغط .

وتصنع المواسير لقطر داخلى ٤٨ بوصة للدرجات الأربعة — وتصنع بجمهورية مصر العربية حتى قطر ١٢ بوصة — والشكل رقم (٩) يوضح رأس



شكل رقم (٩)

وذيل هذه المواسير وبعض قطعها المخصوصة — والجدول الآتى يبين أقطار المواسير وسمك جدرانها ووزنها وضغطها طبقا للمواصفات البريطانية :

القطر الداخلي للماسورة	طول الماسورة	درجة أ تجربة الضغط ارتفاع ٢٠٠ قدم		درجة ب تجربة الضغط ٤٠٠ قدم		درجة جـ تجربة الضغط ٦٠٠ قدم		درجة د تجربة الضغط ٨٠٠ قدم	
بوصة	قدم	سمك بوصة	وزن هـ - ر - رطل	سمك بوصة	وزن هـ - ر - رطل	سمك بوصة	وزن هـ - ر - رطل	سمك بوصة	وزن هـ - ر - رطل
٢½	٩	٠٫٣٧	٢١_٣	٠٫٣٧	٢١_٣	٠٫٣٧	٢١_٣	٠٫٣٧	٢١_٣
٣	٩	٠٫٣٨	١٧_٠_١	٠٫٣٨	١٧_×_١	٠٫٣٨	١٧_×_١	٠٫٤٠	٢٢_×_١
٤	٩	٠٫٣٩	٣_٢_١	٠٫٣٩	٣_٢_١	٠٫٤٠	٧_٢_١	٠٫٤٦	٢٧_٢_١
٤	١٢	٠٫٣٩	٢٥_٣_١	٠٫٣٩	٢٥_٣_١	٠٫٤٠	٢_×_٢	٠٫٤٦	١_١_٢
٥	٩	٠٫٤١	٢٦_٣_١	٠٫٤١	٢٦_٣_١	٠٫٤٥	١٥_×_٢	٠٫٥٢	١٧_١_٢
٥	١٢	٠٫٤١	٦_٢_٢	٠٫٤١	٦_٢_٢	٠٫٤٥	٢_٣_٢	٠٫٥٢	١٣_×_٣
٦	٩	٠٫٤٣	٢٤_١_٢	٠٫٤٣	٢٤_١_٢	٠٫٤٩	٢٧_٢_٢	٠٫٥٧	١٢_×_٣
٦	١٢	٠٫٤٣	٢١_٠_٣	٠٫٤٣	٢١_×_٣	٠٫٤٩	٧_٢_٣	٠٫٥٧	٥_×_٤
٧	٩	٠٫٤٥	٢٦_٣_٢	٠٫٤٥	٢٦_٣_٢	٠٫٥٣	١٩_١_٣	٠٫٦١	١١_٣_٣
٧	١٢	٠٫٤٥	١٣_٣_٣	٠٫٤٥	١٣_٣_٣	٠٫٥٣	٢٢_١_٤	٠٫٦١	٢_×_٥
٨	٩	٠٫٤٧	١١_٢_٣	٠٫٤٧	١١_٢_٣	٠٫٥٧	٢٥_×_٤	٠٫٦٥	٢٤_٢_٤
٨	١٢	٠٫٤٧	١٦_٢_٤	٠٫٤٧	١٦_٢_٤	٠٫٥٧	٢٦_١_٥	٠٫٦٥	١٥_×_٦
٩	٩	٠٫٤٩	٢٠_٠_٤	٠٫٤٩	٢٠_٠_٤	٠٫٦٠	٢٣_٣_٤	٠٫٦٩	٨_٢_٥
٩	١٢	٠٫٤٩	١٧_١_٥	٠٫٤٩	١٧_١_٥	٠٫٦٠	٢١_١_٦	٠٫٦٩	١_١_٧
١٠	٩	٠٫٥٢	١٤_٣_٤	٠٫٥٢	١٤_٣_٤	٠٫٦٣	٢٦_٢_٥	٠٫٧٣	×_٢_٦
١٠	١٢	٠٫٥٢	٧_١_٦	٠٫٥٢	٧_١_٦	٠٫٦٣	٢٣_١_٧	٠٫٧٣	٢٦_١_٨
١٢	٩	٠٫٥٥	٥_٠_٦	٠٫٥٧	٢٥_×_٦	٠٫٦٩	×_٣_٧	٠٫٨٠	٤_٣_٨
١٢	١٢	٠٫٥٥	٨_٣_٧	٠٫٥٧	٨_×_٨	٠٫٦٩	٥_×_١٠	٠٫٨٠	١٩_١_١١
١٤	١٢	٠٫٥٧	٢_٢_٩	٠٫٦١	١١_×_١٠	٠٫٧٥	٢٥_٢_١٢	٠٫٨٦	٨_١_١٤
١٥	١٢	٠٫٥٩	٣_٢_١٠	٠٫٦٣	١٦_×_١١	٠٫٧٧	٢٣_٣_١٣	٠٫٨٩	٩_٣_١٥
١٦	١٢	٠٫٦٠	٨_١_١١	٠٫٦٥	٢٧_×_١٢	٠٫٨٠	١٩_١_١٥	٠٫٩٢	١٨_١_١٧
١٨	١٢	٠٫٦٣	٢١_١_١٣	٠٫٦٩	٥_٢_١٤	٠٫٨٥	١٢_١_١٨	٠٫٩٨	٤_٣_٢٠
٢٠	١٢	٠٫٦٥	١٤_١_١٥	٠٫٧٣	٣_×_١٧	٠٫٨٩	٢_١_٢١	١٫٠٣	١٩_×_٢٤

القطر الداخلي للماسورة	طول الماسورة	درجة أ تجربة الضغط ارتفاع ٢٠٠ قدم		درجة ب تجربة الضغط ٤٠٠ قدم		درجة جـ تجربة الضغط ٦٠٠ قدم		درجة د تجربة الضغط ٨٠٠ قدم	
بوصة	قدم	سمك بوصة	وزن هـ - ر - رطل	سمك بوصة	وزن هـ - ر - رطل	سمك بوصة	وزن هـ - ر - رطل	سمك بوصة	وزن هـ - ر - رطل
٢١	١٢	٠ر٦٧	١٦ـ٢ـ١٢	٠ر٧٥	١٨ـ١ـ١١	٠ر٩٢	٢٣ـxـ٤	١ر٠٦	٢٦ـxـ٩
٢٢	١٢	٠ر٦٨	١٧ـ٣ـ٧	٠ر٧٧	١٩ـ٢ـ١٢	٠ر٩٤	٢٤ـ٣ـ٣	١ر٠٨	٢٧ـ٣ـ٢٤
٢٤	١٢	٠ر٧١	٢٠ـxـ٢٦	٠ر٨٠	٢٢ـ١ـ٢٤	٠ر٩٨	٢٨ـxـ١١	١ر١٣	٣١ـ٣ـ٩
٢٦	١٢	٠ر٧٤	٢٢ـ٢ـ٢	٠ر٨٣	٢٥ـxـ٢١	١ر٠٢	٣١ـ٢ـ١٧	١ر١٨	٣٥ـ٣ـ٢٤
٢٧	١٢	٠ر٧٥	٢٣ـ٣ـ٢٢	٠ر٨٥	٢٦ـ٢ـ٢٧	١ر٠٤	٣٣ـ١ـ٢٢	١ر٢٠	٣٧ـ٣ـ١٩
٢٨	١٢	٠ر٧٦	٢٥ـxـ١٧	٠ر٨٦	٢٨ـxـ٥	١ر٠٦	٣٥ـ١ـ٦	١ر٢٢	٣٩ـ٣ـ٢٢
٣٠	١٢	٠ر٧٩	٢٧ـ٣ـ٢٤	٠ر٨٩	٣١ـxـ٨	١ر٠٩	٣٨ـ٢ـ٦	١ر٢٦	٤٤ـxـ١٠
٣٢	١٢	٠ر٨٢	٣٠ـ٣ـ١٦	٠ر٩٢	٣٤ـxـ٢٣	١ر١٣	٤٢ـ٣ـ١٢	١ر٣١	٤٨ـ٣ـ٩
٣٣	١٢	٠ر٨٣	٣٢ـ١ـ٢	٠ر٩٤	٣٦ـxـ٢	١ر١٥	٤٤ـ٣ـ٢٢	١ر٣٣	٥١ـxـ١١
٣٦	١٢	٠ر٨٧	٣٦ـ٣ـ٧	٠ر٩٨	٤٠ـ٣ـ١٨	١ر٢٠	٥١ـxـ٣	١ر٣٨	٥٧ـ٢ـ٢٦
٣٨	١٢	٠ر٩٠	٤٠ـxـ١٣	١ر٠١	٤٤ـ١ـ٢١	١ر٢٣	٥٥ـxـ١٥	١ر٤٢	٦٢ـ٢ـ١٢
٣٩	١٢	٠ر٩١	٤١ـ٢ـ١١	١ر٠٢	٤٦ـxـ٤	١ر٢٥	٥٧ـ١ـ٢٧	١ر٤٤	٦٥ـxـ١٨
٤٠	١٢	٠ر٩٢	٤٣ـxـ١٤	١ر٠٣	٤٧ـ٢ـ١٩	١ر٢٦	٥٩ـ١ـ١٨	١ر٤٦	٦٧ـ٢ـ٢١
٤٢	١٢	٠ر٩٥	٤٦ـ٢ـ٢١	١ر٠٦	٥١ـ١ـ٢٤	١ر٣٠	٦٤ـ١ـ٥	١ر٥٠	٧٢ـ٣ـ٢٦
٤٤	١٢	٠ر٩٨	٥٠ـ١ـ١٦	١ر٠٨	٥٤ـ٣ـ٢١	١ر٣٣	٦٨ـ٣ـ١٢	١ر٥٣	٧٧ـ٣ـ٢٤
٤٥	١٢	٠ر٩٩	٥٢ـxـ٧	١ر٠٩	٥٦ـ٢ـ٢٣	١ر٣٥	٧١ـ١ـ٢٣	١ر٥٥	٨٠ـ٣ـ١
٤٦	١٢	١ر٠٠	٥٣ـ٣ـ٢	١ر١١	٥٨ـ٣ـ٢٧	١ر٣٦	٧٣ـ٢ـ١٣	١ر٥٧	٨٣ـ٢ـ١٣
٤٨	١٢	١ر٠٣	٥٧ـ٢ـ٢٦	١ر١٣	٦٢ـ٢ـ٢١	١ر٣٨	٧٧ـ٣ـ٢٢	١ر٦٠	٨٨ـ٣ـ١٤

التجاوز فى الوزن :

٢٫٥	بوصة إلى ٧	بوصة	التجاوز	٤ ٪	بالزيادة أو العجز	
٨	»	١٦	»	»	٣٫٥ ٪	»	»
١٧	»	٢٤	»	»	٣ ٪	»	»
٢٤	»	٣٢	»	»	٢٫٥ ٪	»	»
٣٣	»	٤٢	»	»	٢ ٪	»	»
٤٣	»	٤٨	»	»	١٫٥ ٪	»	»

الأسماك والأوزان الموضحة بالجدول للمواسير أما القطع المخصوصة تصنع بسمك أكثر قليلا من سمك المواسير للقطر الواحد وللتجربة لنفس الضغط .

المواسير الصلب :

تستعمل مواسير الصلب عند الحاجة إلى مواسير ذات وزن خفيف ، صماء الجدران ، تقاوم الضغوط العالية — وتنفرد مواسير الصلب بمرونتها ومقاومتها للصدمات والأحمال التى تسبب الانحناء أو التقوص .

وتصنع مواسير من الصلب متعرجة السطح ، وجدرانها لتحمل نفس الضغوط أقل سمكا من نظيرتها ملساء السطح ، ولذا فهى أقل منها وزنا وبذا يمكن تصنيعها بأطوال كبيرة دون خشية من صعوبة نقلها .

ويجب ألا يقل سمك ألواح الصلب لمواسير المجارى عن $\frac{1}{4}$ بوصة بل يستحسن أن يكون $\frac{3}{8}$ بوصة حتى نضمن للماسورة عمرا طويلا .

والصلب ضعيف المقاومة للتآكل والحصول على عمر طويل لمواسيره يجب أن تجلفن أو تدهن بالبيتومين وأن يغطى قطاعها الداخلى الأسفل بطبقة من الخرسانة الصلبة أو يستعمل صلب مادته تقاوم التآكل .

التيارات الشاردة :

تتأثر مواسير الصلب إلى درجة كبيرة بالتيارات المتقطعة الشاردة أو بالتيارات المتولدة نتيجة اختلاف الضغوط الكهربائية للمعادن الموجودة بالمواسير ، أو بين معدن المواسير والأملاح الموجودة بالتربة — فتعمل على تآكلها — لذا يجب حماية مواسير الصلب من هـــذه التيارات وتتم هذه الحماية إما بلفها بخرسانة غنية بالأسمنت أو بتغليفها بمخلوط البيتومين أو أى طريقة أخرى . وتتأثر مواسير الزهر بهذه التيارات إنما على درجة أقل .

وتنقسم مواسير الصلب من حيث الضغوط التى تتحملها إلى أربع درجات كما هو الحال فى مواسير الزهر — ويجب أن تطابق صناعة هذه المواسير الشروط والمواصفات العالمية .

•مقارنة بين مواسير الزهر والصلب :

* تتحمل مواسير الزهر التآكل عن المواسير الصلب نظرا لكبر سمك جدرانها عن مثيلتها لنفس القطر لمواسير لصلب .
* تتحمل مواسير الزهر التيارات الشاردة أكثر من مواسير الصلب .
* يسهل الكسر فى مواسير الزهر (لأخذ فروع منها) عن الكسر فى مواسير الصلب .
* نقل مواسير الصلب وتركيبها أسهل من مواسير الزهر وذلك لخفة وزنها — كما أن نسبة الكسر بها نتيجة النقل والتركيب أقل منه بالمواسير الزهر لمرونة الصلب وتحمله للصدمات .
* تتحمل مواسير الصلب تأثير المطرقة المائية أكثر من مواسير الزهر .
* تتحمل الانحناء وتحرك التربة عن المواسير الزهر بكثير .
* نظرا لطول مواسير الصلب فعـــدد اللحامات بخطوطها أقل من عدد اللحامات بخطوط مواسير الزهر .

* يسهل تصنيع مواسير الصلب بأقطار كبيرة لا يتيسر صنعها بمواسير الزهر .

وعلى العموم يفضل استخدام مواسير الزهر لأعمال مواسير الضغط بالمجارى عما سواها من مواسير أخرى إلا فى حالات الاضطرار فيلجأ للمواسير الصلب أو غيرها من المواسير التى تتحمل الضغط ، ومواسير الصلب بجمهورية مصر العربية تصنع بأى قطر يطلب .

والجدول التالى يبين أقطار مواسير الصلب وسمك جدرانها بالبوصة والضغوط التى تختبر عليها بالمصنع طبقا للمواصفات البريطانية :

القطر بالبوصة	درجة (أ)		درجة (ب)		درجة (ج)		درجة (د)	
	سمك بوصة	ضغط قدم	سمك بوصة	ضغط قدم	سمك بوصة	ضغط قدم	سمك بوصة	ضغط قدم
٢	٠ر١٠٤	٢٣٠٠	٠ر١١٦	١٣٠٠	٠ر١٢٨	٢٣٠٠	٠ر١٤٤	٢٣٠٠
٣	٠ر١١٦	٢٣٠٠	٠ر١٤٤	٢٣٠٠	٠ر١٧٦	٢٣٠٠	٠ر١٩٢	٢٣٠٠
٥	٠ر١٤٤	١٨٠٠	٠ر١٦٠	٣٠٠٠	٠ر١٧٦	٢٢٠٠	٠ر١٩٢	٢٣٠٠
٧	٠ر١٧٦	١٦٠٠	٠ر١٩٢	١٧٠٠	٠ر٢١٢	١٩٠٠	٠ر٢٥٠	٢٣٠٠
٩	٠ر١٩٢	١٣٠٠	٠ر٢١٢	١٥٠٠	٠ر٢٥٠	١٨٠٠	٠ر٢٨١	٢٠٠٠
١٢	٠ر١٩٢	١٠٠٠	٠ر٢١٢	١١٠٠	٠ر٢٥٠	١٣٠٠	٠ر٢٨١	١٥٠٠
١٥	٠ر١٩٢	٧٠٠	٠ر٢١٩	٨٠٠	٠ر٢٥٠	١٠٠٠	٠ر٢٨١	١١٠٠
١٨	٠ر١٩٢	٦٠٠	٠ر٢١٩	٧٠٠	٠ر٢٥٠	٨٠٠	٠ر٣١٣	١٠٠٠
٢١	٠ر٢١٩	٦٠٠	٠ر٢٥٠	٧٠٠	٠ر٢٨١	٨٠٠	٠ر٣١٣	٩٠٠
٢٤	٠ر٢٥٠	٦٠٠	٠ر٣١٣	٧٠٠	٠ر٣٤٤	٨٠٠	٠ر٣٧٥	٩٠٠
٢٧	٠ر٢٨١	٦٠٠	٠ر٣١٣	٧٠٠	٠ر٣٤٤	٨٠٠	٠ر٣٧٥	٩٠٠
٣٠	٠ر٣١٣	٦٠٠	٠ر٣٤٤	٧٠٠	٠ر٣٧٥	٧٥٠	٠ر٤٠٦	٩٠٠
٣٣	٠ر٣١٣	٥٥٠	٠ر٣٧٥	٦٥٠	٠ر٤٠٦	٧٥٠	٠ر٤٣٨	٩٠٠

القطر بالبوصة	درجة (ا)		درجة (ب)		درجة (ج)		درجة (د)	
	سمك بوصة	ضغط قدم	سمك بوصة	ضغط قدم	سمك بوصة	ضغط قدم	سمك بوصة	ضغط قدم
٣٦	٠ر٣١٣	٥٠٠	٠ر٣٧٥	٦٠٠	٠ر٤٠٦	٧٠٠	٠ر٤٣٨	٩٠٠
٤٠	٠ر٣٧٥	٥٠٠	٠ر٤٠٦	٦٠٠	٠ر٤٣٨	٧٠٠	٠ر٥٠٠	٩٠٠
٤٤	٠ر٣٧٥	٥٠٠	٠ر٤٣٨	٦٠٠	٠ر٥٠٠	٧٠٠	٠ر٥٦٣	٩٠٠
٤٨	٠ر٣٧٥	٥٠٠	٠ر٤٣٨	٦٠٠	٠ر٥٠٠	٧٠٠	٠ر٥٦٣	٩٠٠
٥٢	٠ر٤٣٨	٥٠٠	٠ر٥٠٠	٦٠٠	٠ر٥٦٣	٧٠٠	٠ر٦٢٥	٩٠٠
٥٦	٠ر٥٠٠	٥٠٠	٠ر٥٦٣	٦٠٠	٠ر٦٢٥	٧٠٠	٠ر٦٨٨	٩٠٠
٦٠	٠ر٥٠٠	٥٠٠	٠ر٥٦٣	٦٠٠	٠ر٦٢٥	٧٠٠	٠ر٦٨٨	٩٠٠
٦٣	٠ر٥٦٣	٥٠٠	٠ر٦٢٥	٦٠٠	٠ر٦٨٨	٧٠٠	٠ر٧٥٠	٩٠٠
٦٦	٠ر٥٦٣	٥٠٠	٠ر٦٢٥	٦٠٠	٠ر٧٥٠	٧٠٠	٠ر٨١٣	٩٠٠
٦٩	٠ر٦٢٥	٥٠٠	٠ر٦٨٨	٦٠٠	٠ر٧٥٠	٧٠٠	٠ر٨٧٥	٩٠٠
٧٢	٠ر٦٣٥	٥٠٠	٠ر٦٨٨	٦٠٠	٠ر٨١٣	٧٠٠	٠ر٨٧٥	٩٠٠

مواسير الاسبستوس :

تستخدم مواسير الاسبستوس لنقل المياه بالضغط وهى كمواسير الزهر والصلب من أربع درجات ا ، ب ، ج ، د ومن مزاياها أنها أرخص ثمنا من مواسير الصلب والزهر وأخف وزنا من المواسير الأسمنتية المسلحة ويمكن تصنيعها بأقطار أطول منها مما يقلل عدد الوصلات بالخط وسهلة الصنع كما يمكن إحكام وصلاتها،وهى سهلة القطع وتتحمل عوامل النحر والتآكل بفعل التربة — إلا أنها ليست بالقوة الكافية لتحل محل مواسير الزهر أو الصلب وهى نادرة الاستعمال فى أعمال المجارى نظرا لاحتوائها على الأسمنت .

طريقة تصنيعها :

* تصنع من السمنت البورتلاندى وخيوط الأسبستوس النقى الخالى من الرواسب والمواد العضوية والغريبة .

* ويجب أن يكون الأسمنت المستعمل فى صناعة المواسير مطابقا للمواصفات القياسية .

* تخلط المواد المستعملة فى صناعة المواسير خلطا جيدا بواسطة خلاطات ميكانيكية — وتغمر المواسير فى الماء لمدة سبعة أيام على الأقل وذلك بمجرد تماسكها بدرجة تسمح بنقلها — ثم تقطع أطرافها عموديا على محورها — وتعمل لها النهايات المناسبة بالطول الكافى لضمان التوصيل المضبوط .

* تحفظ المواسير بعـــد ذلك معرضة للجو ولا تجرى عليها اختبارات إلا بعد مضى ستة أسابيع على الأقل من تاريخ انتهاء صنعها .

* يجب أن تكون المواسير متجانسة فى جميع أجزائها ، خالية من اللحام ، أو أى عيب آخر ، سهل قطعها أو ثقبها حسب مقتضيات التركيب .

* تصنع المواسير بقطر داخلى من ٢ بوصة إلى ٤٠ بوصة وبأطوال ٣ ، ٤ متر .

والجدول الآتى يوضح قطر الماسورة وسمكها للدرجات المختلفة وجميع المقاسات بالبوصة طبقا للمواصفات القياسية المصرية :

القطر الاسمى للماسورة	درجة (ا)			درجة (ب)		
	السمك	القطر الخارجى	القطر الداخلى الفعلى	السمك	القطر الخارجى	القطر الداخلى الفعلى
٢	٠ر٣٩	٢ر٧٦	١ر٩٨	٠ر٣٩	٢ر٧٦	١ر٩٨
٣	٠ر٤٠	٣ر٧٦	٢ر٩٦	٠ر٤٠	٣ر٧٦	٢ر٩٦
٤	٠ر٤٢	٤ر٨٠	٣ر٩٦	٠ر٤٧	٤ر٩٠	٣ر٨٦
٥	٠ر٤٦	٥ر٩٠	٤ر٩٨	٠ر٥٥	٥ر٩٠	٤ر٨٠
٦	٠ر٤٩	٦ر٩٨	٦ر٠٠	٠ر٦١	٦ر٩٨	٥ر٧٦
٧	٠ر٥٣	٨ر٠٦	٧ر٠٠	٠ر٦٦	٨ر٠٦	٦ر٧٤
٨	٠ر٥٧	٩ر١٤	٨ر٠٠	٠ر٧٢	٩ر١٤	٧ر٧٠
٩	٠ر٦٠	١٠ر٢٠	٩ر٠٠	٠ر٧٩	١٠ر٢٠	٨ر٦٢
١٠	٠ر٦٤	١١ر٢٦	٩ر٩٨	٠ر٨٤	١١ر٢٦	٩ر٥٨
١٢	٠ر٦٨	١٣ر١٤	١١ر٧٨	١ر٠٠	١٣ر٦٠	١١ر٦٠
١٤	٠ر٧٩	١٥ر٢٢	١٣ر٦٤	١ر١٥	١٥ر٧٢	١٣ر٤٢
١٥	٠ر٨٤	١٦ر٢٦	١٤ر٥٨	١ر٢٣	١٦ر٧٨	١٤ر٣٢
١٨	١ر٠٠	١٩ر٣٨	١٧ر٣٨	١ر٤٧	١٩ر٩٦	١٧ر٠٢
٢٠	١ر١٠	٢١ر٤٦	١٩ر٢٦	١ر٦٢	٢٢ر٠٦	١٨ر٨٢
٢١	١ر١٦	٢٢ر٥٠	٢٠ر١٨	١ر٧٠	٢٣ر١٢	١٩ر٧٢
٢٤	١ر٣٠	٢٥ر٦٠	٢٣ر٠٠			
٢٧	١ر٤٧	٢٨ر٧٠	٢٥ر٧٦			
٣٠	١ر٦٣	٣١ر٧٨	٢٨ر٥٢			
٣٣	١ر٨٠	٣٤ر٨٨	٣١ر٢٨			
٣٦	١ر٩٥	٣٧ر٩٦	٣٤ر٠٦			
٤٠	٢ر١٠	٤٢ر٠٣	٣٧ر٨٦			

القطر الاسمى للماسورة	درجة (ج)			درجة (د)		
	السمك	القطر الخارجى	القطر الداخلى الفعلى	السمك	القطر الخارجى	القطر الداخلى الفعلى
٢	٠ر٣٩	٢ر٧٦	١ر٩٨	٠ر٤٥	٢ر٧٦	١ر٨٦
٣	٠ر٥٠	٣ر٧٦	٢ر٧٦	٠ر٥٥	٣ر٧٦	٢ر٦٦
٤	٠ر٦١	٤ر٨٠	٣ر٥٨	٠ر٦٦	٤ر٨٠	٣ر٤٨
٥	٠ر٧٠	٥ر٩٠	٤ر٥٠	٠ر٧٨	٥ر٩٠	٤ر٣٤
٦	٠ر٧٨	٦ر٩٨	٥ر٤٢	٠ر٩٠	٦ر٩٨	٥ر١٨
٧	٠ر٨٧	٨ر٠٦	٦ر٣٢	١ر٠٣	٨ر٠٦	٦ر٠٠
٨	٠ر٩٦	٩ر١٤	٧ر٢٢			
٩	١ر٠٥	١٠ر٢٠	٨ر١٠			
١٠	١ر١٦	١١ر٢٦	٨ر٩٤			

الاختبارات :

اختبارات إستقامة المواسير :

تتدحرج الماسورة على سطح مستوى مع استعمال الزوايا المستقيمة المناسبة والأجهزة اللازمة لهذا الغرض .

اختبار مقاس القطر الداخلى للمواسير :

يجب أن يمر بسهولة داخل الماسورة كرة من الصلب أو قرص يقل قطره عن قطر الماسورة كما هو موضح بالجدول الآتى :

القطر الداخلى للماسورة بالبوصة	قطر الكرة أو القرص يقل عن قطر الماسورة بمقدار
٢ — ١٠	١٠ر٠ بوصه
١٢ — ٢١	٥ر١ ٪
أكبر من ١٢	١ ٪

اختبار الضغط المائى :

يجب أن تتحمل المواسير الضغط المبين بالجدول الآتى دون أن تظهر عليها أى أثر للترشيح أو أى عيب آخر . . ويراعى عند إجراء هـــذا الإختبار أن يرفع الضغط تدريجيا وبانتظام وأن يثبت الضغط المقرر لمدة كافية للتحقيق من سلامة المواسير وخلوها من جميع العيوب ، وضغط التشغيل نصف ضغط التجربة الموضح بالجدول .

درجة المـاسورة	عامود الضغط بالمتر
ا	٦٠
ب	١٢٠
جـ	١٨٠
د	٢٤٠

اختبار الانفجار :

تؤخذ قطعة من طرف المـاسورة بطول ٣٠ سم وتختبر بواسطة ضغط مائى من من الداخل يجرى تدريجيا وبانتظام دون إحداث أى ضغط على نهايتها ويقاس هذا الضغط بعداد دقيق مجهز بمؤشر يسجل الضغط الذى تنفجر عنده القطعة ويحسب جهد الشد من المعادلة الآتية :

$$ش = \frac{ض\ ق}{٢\ ت}$$

حيث ش = جهد الشد بالكيلوجرام على السنتيمتر المربع
ض = ضغط الانفجار بالكيلوجرام على السنتيمتر المربع
ق = القطر الداخلى للماسورة بالسنتيمتر
ت = السمك الفعلى عند موقع الكسر

ويجب ألا يقل جهد الشد عن ١٦٠ كجم / سم^{٢}

وتصنع وتختبر القطع المخصوصة مثلما تصنع وتختبر المواسير .

المواسير الخشبية :

تستخدم المواسير الخشبية أحيانا فى الولايات الغربية للولايات المتحدة الأمريكية ، كما تستخدم نادرا فى بعض أنحاء قليلة من العالم .. ويجب أن يجفف

الخشب قبل استخدامه فى صناعة المواسير وطريقة التجفيف هى أفضل طريقة معروفة لتقاوم المواسير الخشبية عملية النحر .

وتصنع المواسير الخشبية بالموقع ، لذا يمكن صناعتها لأى حجم مطلوب ، وتستخدم المواسير الخشبية فى مساقط المياه إذ أن المواسير الخشبية المغمورة بصفة دائمة بالماء تعيش لآجال طويلة بينما التى تتعرض بالتوالى للمياه والجفاف فعمرها قصير للغاية ، ولذا لافائدة من استخدامها فى مثل هذه الحالات .

مواسير البلاستيك :

المواسير البلاستيك تقاوم النحر ولا تتأثر من تجمد المياه بداخلها وتقاوم الصدمات والأحماض لدرجة تركيز ١٠ ٪ ، وهى خفيفة الوزن جداً حوالى ١١ ٪ من وزن مواسير الزهر المماثلة ، سهلة الانحناء والتركيب مرنة ، طويلة العمر ، تقاوم أشعة الشمس وتقلبات الجو وعازلة للكهرباء .

وهى نادرة الاستخدام لأعمال المجارى بجمهورية مصر العربية ومحتاجة لكثير من التجارب لإمكان استخدامها بأعمال الصرف الصحى .

مواسير البيتيومين :

من مزايا المواسير البيتيومينية أنها خفيفة الوزن ، سهلة الإنشاء ، لايتسرب منها أو إليها الماء ، غير قابلة للامتصاص ، وصلاتها محكمة للغاية ، تقاوم النحر والتآكل بالمواد الكيماوية ، مقاومة للصدمات ، مرنة ، ومن مساوئها أنها تتأثر بالحرارة أو بتعرضها لأشعة الشمس .

وتصنع هذه المواسير بأقطار من ٣ بوصة إلى ٨ بوصة . . وهى غير مستخدمة بأعمال المجارى بجمهورية مصر العربية .

وصلات المواسير ومواد اللحام :

من أهم المميزات التى يجب أن تكون من خصائص الوصلات ومواد اللحام للمواسير حتى تكون مثالية لاستخدامها هى :

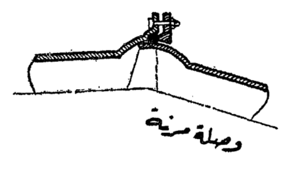
١ — سهولة تنفيذها سواء تحت الماء أو فى الجفاف .
٢ — عازلة تماما أو مقاومة إلى حد كبير تسرب المياه منها أو إليها .
٣ — مرنة لدرجه أنها لاتنكسر نتيجة تحرك بسيط لخط المواسير .
٤ — مانعة لأى اختراق لمادتها ، وبالأخص جذور الأشجار .
٥ — ليس من السهل كسرها أو شرخها .
٦ — بعد عملية اللحام يمكن سريعا استخدام خط المواسير .
٧ — مقاومة للتآكل وبالأخص مقاومة لتفاعلات كبريتور الإيدروجين والأحماض .
٩ — سهولة الحصول عليها .
١٠ — اقتصادية التكاليف .

وصلات مواسير الفخار الحجرى :

طرق توصيل مواسير الفخارى الحجرى المزجج والمواسير الأسمنتية كثيرة ومن أهمها وأكثرها استعمالا هى مونة الأسمنت وحبل القلفاط المقطرن . وقد تترك الوصلة دون ملء فراغها فى حالة إنشاء مشروع لتخفيض مياه الرشح أو عدم لحامها إن كانت الأرض تامة الجفاف ، ولا يخشى من نفاذ جذور الأشجار لداخل المواسير ، فيكتفى فى مثل هذه الحالات بلف الوصلة بورق الأسفلت أو تحاط بالزلط الرفيع أو أى مادة تمنع دخول ذرات التربة المجاورة إلى داخل المواسير وسدها .

الوصلات المرنة :

وهى سهلة التنفيذ وتستخدم عندما ينتظر تحرك للأرض المنشأة عليها المـاسورة أو فى حالة تركيبها منغمرة فى المـاء ، وتحـكم الوصلة بطوق من المطاط الذى يمكن أن يعطى للوصلة انحراف يتراوح بين ٤ ، ٦ بوصات ، وموضح بالشكل رقم ١٠ وصلة مرنة .

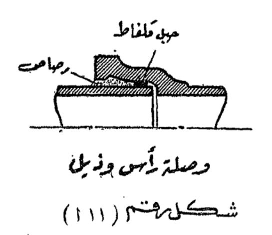


شكل رقم (١٠)

الوصلات المصبوبة :

هى أفضل من الوصلات السمنتية ، ولـكنها أ كثر منها فى التـكاليف ، وتنفذ بصهر مادة اللحام وصبها فى فراغ الوصلة . . ومن مزاياها أنها عازلة تماما لتسرب المـاء إذ أنها غير مسامية ، كما لا تسمح باختراق جذور الأشجار وليست عالية التـكاليف وتعمر طويلا وتقاوم التآكل والنحر الناتج من فعل مياه المجارى أو المياه الجوفية ، وتتماسك جيدا مع مادة المواسير ، وتتحمل الحرارةالعالية ، وبذا تسمح بمرور المياه بها بدرجةعالية تصل إلى ٢٠٠° مئوية، مرنة تسمح بتحركات بسيطة للتربة ، سريعة التصلب ، سهلة التركيب ، لا تحتاج إلى عمال مهرة لصبها .

وشكل رقم ١١ (ا) يوضح وصلة مصبوبة لمـاسورتين من الزهر .



وصلة رأس وذيل

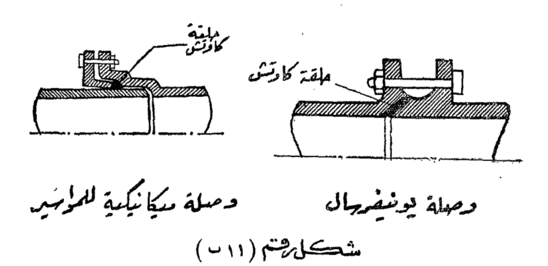
شكل رقم (١١ أ)

المواد المستخدمة هي :

الأسمنت ، الكبريت والرمل ، والمركبات البتيومنية ، والطمى ، ومواد أخرى ، وأحسن أنواع اللحام ما كان منها بالرصاص أو المواد البتيومنية .

الوصلات الميكانيكية :

عند توصيل ماسورتين بواسطة المسامير والجلب أو أى طريقة أخرى مماثلة تسمى الوصلة بالوصلة الميكانيكية — وموضح بالشكل رقم (١١ ب) نوعين من هذه الوصلات .



وصلة ميكانيكية للمواسير   وصلة يونيفرسال

شكل رقم (١١ ب)

حماية المواسير :

إن عاملي النحر والتآكل هما من أهم ما يؤثر على المواسير ويجب حمايتها منهما .

ولحماية المواسير من هذين العاملين يجب الوقوف على أسبابهما والعمل على تلافيها قدر الإمكان والاحتياط لما لا يمكن تلافيه منها .

النحر :

سبب النحر عوامل كثيرة . . أهمها :

* زيادة السرعة داخل المواسير فتعمل على نحر جدرانها وتسمى « بالسرعة المتلفة » .

* تسرب الرمال والأتربة وما يماثلها إلى داخل المواسير وباحتكاكها بجدرانها تعمل مع الزمن على نحرها .

ولتلافى ذلك يجب تصميم قطر المواسير وانحدارها بما يحفظ السرعة بها دون السرعة المتلفة التي تعمل على النحر ، ويحتاط بتبطين القطاع الأسفل من مواسير الصلب أو الزهر بطبقة من الخرسانة الصلبة الغنية بالأسمنت ، وتؤخذ كافة الاحتياطات لمنع تسرب الرمال إلى شبكة المواسير فإن تسرب البعض منها يحتجز في غرف ترسيب صغيرة تنشأ على خط مواسير الشبكة على أبعاد تقصر أو تطول حسب المنتظر من كميات الرواسب والمواقع التي تكثر بها .

التآكل :

ومن أهم أسباب تآكل جدران مواسير المجارى هو الغازات الناجمة نتيجة تعفنها داخل المواسير ومن أهمها غاز كبريتور الإيدروجين الذى يتحول إلى

حامض الكبريتيك بفعل الأنزيمات اللاهوائية الموجودة بمياه المجارى وهذا الحامض يعمل مثله مثل الأحماض الأخرى على تآكل المواسير وهو بصفه خاصه يؤثر تأثيرا بليغا على المواد الجيرية ولذا فهو شديد التآكل للمواد التى يدخلها الأسمنت وهو ما سبق ذكره .

كما أن كثيراً من المواد الموجودة بمخلفات الصناعة تؤثر تأثيراً سيئاً على تآكل المنشآت المارة بها ، لذا يجب تلافى هذه الأسباب ما أمكن وذلك باتباع الآتى :

١ — تصميم شبكة المجارى بحيث تصل مياهها إلى أعمال التنقية فى أقصر وقت ممكن حتى لا تسمح بتعفنها أو بزيادة التعفن .

٢ — لا تصرف مياه الصناعة بالشبكة إلا أن كانت مطابقة للمعايير والاشتراطات الواجب توفرها .

٣ — لا يسمح بصرف المياه المنزلية إلا ما كان منها مطابقا للشروط وتم عزل الرواسب منها والشحوم والزيوت إن وجدت بكثرة بها فبذلك نمنع سرعة تعفنها وهو ما سبق ذكره بالتفصيل .

٤ — أن تصمم خطوط الشبكة بالميول المناسبة الكافية حتى نحصل بها على سرعة كافية لعدم ترسيب المواد العضوية بها (وهى ما تسمى بالسرعة المنظفة) .

وبذا يمكن الحد من الأسباب التى تتسبب فى تآكل جدران المواسير .

وحيث أنه غير متيسر منع هذه المسببات كلية وبالأخص فى المدن مسطحة المناسيب لذا يراعى إجراء الآتى :

١ — استمرار التطهير الدورى للشبكة .

٢ — فى حالة الاضطرار لطول الشبكة ولمنع تعفن مياه المجارى بها تحقن

بالكلور أو أى مادة أخرى مماثلة فى نقطة أو أكثر منها حسب ما تقرره الأبحاث والتحاليل .

٣ — اتخاذ الإجراءات اللازمة لتهوية الشبكة لخروج الغازات منها .

ومع كل هذه الإجراءات والاحتياطات لا يمكن فى المدن ذات الجو الحار ومياه المجارى القوية منع تكون الغازات بشبكة المجارى وبالأخص بالمجمعات لذا تجب العنايه بالمجمعات المبنية من الخرسانة عادية أو مسلحة وذلك بتبطينها بالطوب الأزرق المضغوط ذو الشفة وملء العراميس بالأسمنت الفوندى وبالأخص جزء المجمع المعرض لتذبذب المياه وكذا الأجزاء العليا منه إذ لوحظ أن الأجزاء المذكورة هى المعرضه للتآكل بينما الأجزاء المغمورة بصفة دائمة بمياه المجارى لا تتأثر بالغازات ، وقد تم تبطين المجمعات التى أنشئت بمدينة القاهرة منذ حوالى ٣٠ عاما فأثبتت فاعليتها ، وما زالت هـــذه المجمعات لتاريخه بحالة جيدة جداً كما سبق ذكره .

ومن عيوب هذه الطريقة كثرة تكاليفها لغلاء أسعار الطوب المضغوط بالإضافة إلى تكاليف بنائه ، كما أن سمك الطوب بدائر المجمع يقلل قطاعه مما يضطر لزيادة قطره وبالتبعية زيادة التكاليف ، ورغم هـذه العيوب فهو أفضل طريقة يمكن الاعتماد عليها لمقاومة التآكل بالمجمعات .

وهناك طرق أخرى منها :

• تبطين المجمع بألواح تشبه الكاوتش ، استخدمت بنجاح بأعمال مجارى مدينة « فنكس » وبعض من مدن الولايات المتحدة الأمريكية ، وهى مجدية بالحوائط الرأسيه المعرضة للتآكل بفعل الغازات ، إنما استعمالها بالجدران الدائرية ، فإنه يخشى من سقوطها حيث لم يمكن الوصول لطريقة مضمونة لتعشيقها بجدران المواسير ، هذا علاوة على ارتفاع تكاليف هذه المادة .

* التبطين بصلب رفيع مقاوم للتآكل غير أن تكاليفه مرتفعة أيضا .

* التبطين بقطع من الفخار المزجج أو القيشانى أو ألواح من البلاستيك تعشق بالخرسانة ، إلا أنه يخشى من عدم تماسكها التام وسقوطها بالمجمع ، ومع ذلك فهى موضع للتجارب .

* دهان المواسير بمواد بيتومينية وهى رخيصة التكاليف غير أنها غير كافية لحماية الخرسانة وتحتاج إلى إعادة الدهان على فترات وهى عملية غير سهلة التنفيذ وخصوصا عند امتلاء المجمع .

أما حماية المواسير الصلب والزهر فيتم بدهانها بالبيتومين من الداخل والخارج ولفها بالصوف الزجاجى ، ويعمل على حمايتها من التآكل من التيارات الشاردة أو المتولدة بالطريقة السابق ذكرها .

ويمكن تلخيص المواسير المستخدمة فى أعمال المجارى العامة فى الآتى :

* تستعمل المواسير الفخار الحجرى المزجج فى شبكة مواسير الانحدار وهى أفضل وأصلح وأرخص أنواع المواسير المستخدمة لتصريف المياه بالانحدار .

* المواسير الأسمنتية وتستخدم فى شبكة مواسير الانحدار عند عدم توفر المواسير الفخار بالأقطار المطلوبة أى عندما يزيد القطر اللازم عن ١٫٢٥ مترا ، أو فى البلدان ذات الجو البارد وضمان ضعف توالد الغازات بالشبكة وعدم توفر المواسير الفخار بأسعار مناسبة .

* تستعمل مواسير الزهر والصلب عند نقل مياه المجارى تحت ضغط ، كما تستعمل فى شبكة مواسير الانحدار لظروف خاصة ، ويفضل استخدام الزهر عن الصلب .

* المواسير الأسبستوس وغيرها من المواسير الأخرى وهذه من النادر استخدامها فى أعمال المجارى .

ويجب أن تكون المواسير المستخدمة مطابقة للشروط والمواصفات العالميه ، كما يجب العمل على حمايتها من الداخل والخارج من عوامل النحر والتآكل .

وأن تكون لحاماتها مانعة لكثرة تسرب المياه منها أو إليها وقابلة للتحرك البسيط مع استمرار إحكامها للوصلة .

الباب الثالث

تصميم المواسير

يراعى فى تصميم المواسير الآتى :

١ — أن تسع التصرفات الواردة إليها عند بدء تشغيل المشروع والمنتظرة بعد ٢٥ عاما من تشغيله .

٢ — ألا تزيد السرعة بها عن السرعة المتلفة ٥ر١ متر/ ثانية وألا تقل عن السرعة المنظفة ٤٠ سم / الثانية .

٣ — أن تتحمل ما يقع عليها من أحمال مختلفة .

ولما كانت التصرفات التى ترد إلى الشبكة عند تشغيل المشروع تختلف عن تلك التى ترد إليها بعد ٢٥ عاما من تشغيله .

كما أن التصرفات الواردة تختلف باختلاف فصول السنة وساعات اليوم ، فاستخدام المياه المنزلية يزيد صيفا عنه شتاء ، ويبلغ تصرف اليوم ذروته فى الصباح وأدناه فى الساعات المتأخرة من الليل .

ومياه الأمطار لا تسقط فى جميع فصول السنة ، بل فى مواسم محددة ، وفى هذه المواسم لا تسقط يوميا بل فى بعض أيامها وفى هذه الأيام لا تسقط طوال ساعات اليوم بل فى فترات منها كما أن معدل سقوطها متغير غير ثابت .

ومنسوب منشآت شبكة المجارى مختلفة فمنها ما هو عالى المنسوب ومنها ما هو متوسط العمق ومنها العميق كما أن منسوب مياه الرشح متذبذب يختلف تبعا لما يعترى مسبباته من تغيرات ، فمثلا مياه الرشح الناجمة من تسرب مياه الأنهار

بالتربة ترتفع وتنخفض تبعا لتذبذب منسوب مياه النهر ، ولذا فهناك منشآت من شبكة المجارى قد تغمرها مياه الرشح طوال العام ، بينما البعض منها قد يعلو أعلا منسوب لمياه الرشح فلا يغمر إطلاقا ، وبعض آخر يغمر لبعض الوقت تبعا لارتفاع وانخفاض منسوب مياه الرشح عن منسوبها ، لذا فعامود ضغط مياه الرشح على شبكة المواسير غالبا متغير وغير ثابت وبذا فكمية مياه الرشح التى تتسرب للشبكة متغيرة وغير ثابته .

كما أن مياه الصناعة المنصرفة بالمجارى العامة تختلف طبقا لعدد الورديات وكمية المياه المنصرفة فى كل وردية .

من ذلك يتضح أن كميه المخلفات السائلة المنصرفه بمشروعات الصرف الصحى غير ثابتة المقدار . فهى مختلفة من سنة لأخرى ومختلفة باختلاف فصول السنة ، ومختلفة باختلاف ساعات اليوم الواحد .

ولما كان من الضرورى تصميم المواسير بأقطار تسمح بتجميع ونقل ما يرد إليها من تصرفات لذا وجب أن يكون القطر بسعة كافية لمقابلة أقصى التصرفات المنتظر ورودها بعد ٢٥ عاما من تشغيل المشروع مع مراعاة ألا تزيد السرعة بالمواسير عن السرعة المتلفة وألا تقل عن السرعة المنظفة .

وإن كانت مياه الأمطار غزيرة وتسقط فى أيام كثيرة من السنة أوجبت الناحيتين الفنية والاقتصادية تخصيص شبكة من المواسير لمياه الأمطار منفصلة عن شبكة تجميع مياه المجارى الأخرى (وتسمى الشبكة فى هذه الحالة بشبكة المواسير المنفصلة) .

والدافع الفنى الذى يحتم تخصيص شبكة من المواسير للأمطار هو وجود فارق كبير بين كمية المياه الواصلة إلى شبكة المجارى عند هطول الأمطار وبين كمية المياه الواصلة للشبكة عند عدم سقوطها وبالأخص فى ساعات الليل

المتأخرة الأمر الذى يتعذر معه إمكان تصميم قطاع المواسير بقطر وميل يعطى السرعة المنظفة ولا يتعدى السرعة المتلفة .

والدافع الاقتصادى هو قلة تكاليف إنشاء شبكة منفصلة لمياه الأمطار والتخلص منها فى أقرب مجرى مائى عن نقلها مع غيرها من المخلفات السائلة فى شبكة واحدة ، بعيدا عن العمران ومعالجتها للتخلص منها .

ومن العسير تحديد التصرفات لكل فترة من فترات اليوم على مدار السنة .

لذا نتيجة للتجارب وجد أنه يمكن حساب التصرفات الواردة بشبكة الصرف الصحى كالآتى :

أولا : تصرف الطقس الجاف :

وهو عبارة عن تصرف المياه المنزلية مضافا إليه كمية مياه الرشح ومياه الصناعة دون احتساب مياه الأمطار وله حدان أقصى وأدنى :

$$\text{الحد الأقصى} = \frac{\text{كمية المياه المنزلية/اليوم}}{\text{١٦ ساعة}} + \frac{\text{كمية مياه الصناعة}}{\text{عدد ساعات التشغيل}} + \frac{\text{أقصى كمية للمياه الرشح/اليوم}}{\text{٢٤ ساعة}}$$

$$\text{الحد الأدنى} = \frac{\text{كمية المياه المنزلية / اليوم}}{\text{٣٢ ساعة}} + \text{أدنى كمية لمياه الصناعة/الساعة} + \frac{\text{أدنى كمية لمياه الرشح/اليوم}}{\text{٢٤ ساعة}}$$

ملحوظة : أدنى كمية لمياه الصناعة تحتسب صفرا فى حالة عدم تشغيل المصنع ٢٤ ساعة .

ثانيا : تصرف الطقس الممطر :

وهو عبارة عن تصرف الطقس الجاف مضافا إليه كمية مياه المطر وله حدان:

الحد الأقصى = الحد الأقصى لتصرف الطقس الجاف + أقصى كمية مياه مطر / الساعة

الحد الأدنى = الحد الأدنى لتصرف الطقس الجاف + أدنى كمية مياه مطر / الساعة

تصميم قطاعات المواسير :

لما كانت الكثافة النوعية لمياه المجارى الخام أو المعالجة تساوى إلى حد كبير الكثافة النوعية للمياه لذا تطبق القوانين الهيدروليكية المستخدمة للمياه على مياه المجارى — فالتصرف = السرعة × قطاع الماسورة — علما أن المياه بالمواسير تسير بالجاذبية الأرضية فهى تتناسب طرديا مع مقدار انحدار الماسورة وعكسيا مع مقدار الاحتكاك .

وفاقد الاحتكاك بالماسورة ومنحنياتها هو عبارة عن القوى المقاومة لسرعة المياه بالماسورة فلو انعدم لظلت سرعة المياه بالماسورة منتظمة فى حالة كونها أفقية فإن كانت مائلة زادت بها السرعة تدريجيا بعجلة التثاقل، إلا أن الاحتكاك موجود مهما كان السطح أملس لذا يجب التغلب عليه بقوة مضادة لإمكان استمرار سير المياه ويتأتى ذلك بإعطاء الماسورة ميلا فتتولد قوى الجاذبية التى يتغلب جزء منها على الاحتكاك ، ويتوقف معامل الاحتكاك على نوع السطح المار بها الماء خشنا كان أو ناعما وكذا على طول المسافة .

$$\text{فاقد الاحتكاك} = \frac{\text{٤ ن ل س}^{٢}}{\text{٢ ع ق}}$$

حيث ل = طول الماسورة

ق = قطر الماسورة

ع = عجلة التثاقل

ن = معامل ثابت يتوقف على مادة الماسورة ومدى عمرها ونعومتها

ويتراوح هذا المعدل بين ٠٠٠٦ر٠ ، ٠٠٠٧ر٠ تقريبا .

ويمكن إيجاد السرعة بالمواسير بإحدى المعادلات الآتية :

المعادلة العامة : $س = \sqrt{٢ ف ع}$

حيث س = السرعة م / ثانية

ع = عجلة التثاقل م / ث / ث

ف = الارتفاع المسبب لسرعة الماء

معادلة شيزى : السرعة = ك $\sqrt{ر م}$

معادلة ماننج : $د = \frac{١}{ن} ر^{\frac{٢}{٣}} م^{\frac{١}{٢}}$

معادلة سانتركرمب : $د = ٨٣ ر^{\frac{٢}{٣}} م^{\frac{١}{٢}}$ الوحدة بالمتر

$= ١٢٤ ر^{\frac{٢}{٣}} م^{\frac{١}{٢}}$ الوحدة بالقدم

معادلة وليم وهازن : $د = ١٣١٨ ك ر^{٠٫٦٣} م^{٠٫٥٤}$

حيث ر = نصف القطر الهيدروليكى

$= \frac{\text{مساحة قطاع الماسورة الممتلىء بالماء}}{\text{طول محيط الماسورة المعرض للماء}}$

م = ميل الماسورة

ك = عدد ثابت يتوقف على نوع الماسورة وحالتها ويحصل عليه من التجربة أو من معدل كارتر

$$\text{ك} = \frac{\text{٢٣} + \frac{\text{١}}{\text{ن}} + \frac{\text{٠ر٠٠١٥٥}}{\text{م}}}{\text{١} + \left(\text{٢٣} + \frac{\text{٠ر٠٠١٥٥}}{\text{م}}\right)\frac{\text{ن}}{\sqrt{\text{ر}}}}$$

وتحتسب ن = ٠ر٠١٢ للمواسير الفخار المزججة أو المواسير المخدومة من الداخل بمونة الأسمنت .

= ٠ر٠١٣ للمواسير الزهر أو الصلب التى بحالة حالة جيدة أو ما يماثلهما فى نعومة أسطحهما الداخلية .

= ٠ر٠١٥ للمواسير الزهر أو الصلب القديمة

والجدول الآتى يوضح الانحدار المناسب لإنشاء خطوط المواسير :

القطر	الميـــل	
	ماسورة فخار حجرى	ماسورة زهر
بوصة		
٥	١ : ١٠٠	١ : ٧٥
٦	١ : ١٥٠	١ : ١٠٠
٧	١ : ١٧٠	١ : ١٣٥
٩	١ : ٢٥٠	١ : ٢٠٠
١٢	١ : ٣٥٠	١ : ٣٠٠
١٥	١ : ٤٧٠	١ . ٤٠٠
١٨	١ : ٥٠٠	١ : ٥٠٠
٢٤	١ : ٧٠٠	١ : ٧٠٠
٢٧	١ : ٨٠٠	١ : ٨٠٠
٣٠	١ : ٩٠٠	١ : ٩٠٠
٣٣	١ : ١٠٠٠	١ : ١٠٠٠
٣٦	١ : ١١٠٠	١ : ١١٠٠
٤٠	١ : ١٢٥٠	١ : ١٢٠٠
٥٠	١ : ١٥٠٠	١ : ١٣٠٠
أكبر من ٥٠	١ : ٢٠٠٠	—

فإن زاد الميل بالمواسير نتيجة شدة ميل الأرض عما ينجم عنه تولد سرعة تزيد عن السرعة المتلفة وجب لتخفيف حدة الميل إنشاء هدارات به ، وإن اضطر فى بعض الأحيان إلى إنشاء المواسير بميول بسيطة وأصبحت السرعة بها أقل من السرعة المنظفة وجب إنشاء أحواض دفق لتنظيفها بدفع ما قد يرسب بها .

والجدول التالى يبين مساحة القطاع المـائى ونصف القطر الهيدروليكى والسرعة والتصرف عند مرور المـاء فى قطاع دائرى وعلى أعماق مختلفة :

	العمـــــق					
	$\frac{1}{4}$ ق	$\frac{1}{3}$ ق	$\frac{1}{2}$ ق	$\frac{2}{3}$ ق	$\frac{3}{4}$ ق	ق
المساحة المغمورة	١٥٣ر٠ ق	٢٢٦ر٠ ق^2	$\frac{٣١٤ر٠}{٨}$ ق^2	٥٦ر٠ ق^2	٦٣٢ر٠ ق^2	$\frac{١٤ر٣}{٤}$ ق^2
نصف القطر الهيدروليكى	١٤٦ر٠ ق	١٨٤ر٠ ق	$\frac{ق}{٤}$	٢٩١ر٠ ق	٣٤١ر٠ ق	$\frac{ق}{٤}$
السرعة س	٧ر٠ س	٨٢ر٠ س	س	١١ر١ س	٣٤ر١ س	س
التصرف ص	١٣٧ر٠ ص	٢٣٥ر٠ ص	٥٠ر٠ ص	٧٩ر٠ ص	٩١٢ر٠ ص	ص

ق = قطر المـاسورة .

ويراعى الآتى :

— ترتفع المياه بالمـاسورة إلى $\frac{1}{3}$ قطرها عند مرور أدنى تصرف الطقس الجاف .

— ترتفع المياه بالمـاسورة إلى $\frac{1}{2}$ قطرها عند مرور أقصى تصرف الطقس الجاف .

— ترتفع المياه بالمـاسورة إلى كل قطرها أى ملآنة عند مرور أقصى تصرف الطقس الممطر ، وهذا للمواسير التى يقل قطرها عن ٣٠ بوصة .

— ترتفع المياه بالمـاسورة إلى $\frac{3}{4}$ قطرها لأقصى تصرف الطقس الممطر للمواسير قطر ٣٠ بوصة فأكثر .

والجدول الآتى يبين السرعة النسبية والتصرف النسبى للمواسير المستديرة :

عمق الماء	المساحة النسبية	نصف القطر الهيدروليكى النسبى	السرعة النسبية	التصرف النسبى
٠ر٠١	٠ر٠٠١٧	٠ر٠٢٦٥	٠ر٠٨٩٠	٠ر٠٠٠٥
٠ر٠٥	٠ر٠١٨٧	٠ر١٣٠٢	٠ر٢٥٦٩	٠ر٠٠٤٨
٠ر١٠	٠ر٠٥٢٠	٠ر٢٥٤١	٠ر٤٠١٢	٠ر٠٢٠٩
٠ر٢٠	٠ر١٤٢٤	٠ر٤٨٢٤	٠ر٦١٥١	٠ر٠٨٧٦
٠ر٣٠	٠ر٢٥٢٣	٠ر٦٨٣٨	٠ر٧٧٦١	٠ر١٩٥٨
٠ر٣٣	٠ر٢٨٧٨	٠ر٧٣٧٨	٠ر٧١٧٢	٠ر٢٣٥٢
٠ر٤٠	٠ر٣٧٣٥	٠ر٨٥٦٩	٠ر٩٠٢٢	٠ر٣٣٧٠
٠ر٥٠	٠ر٥٠٠٠	١ر٠٠٠٠	١ر٠٠٠٠	٠ر٥٠٠٠
٠ر٦٠	٠ر٦٢٦٥	١ر٦١٠٦	١ر٧٠٢٤	٠ر٦٧ ٨
٠ر٧٠	٠ر٧٤٧٧	١و١٨٤٩	١ر١١٩٨	٠ر٨٣٧٢
٠ر٨٠	٠ر٨٥٧٦	١ر٢١٦٨	١ر١٣٩٧	٠ر٩٧٧٥
٠ر٩٠	٠ر٩٤٨٠	١ر١٩٢١	١ر١٢٤٣	١ر٠٦٥٨
١ر٠٠	١ر٠٠٠٠	١ر٠٠٠٠	١ر٠٠٠٠	١ر٠٠٠٠

$$\text{المساحة النسبية} = \frac{\text{المساحة المملوءة بالماء}}{\text{المساحة الكلية لقطاع الماسورة}}$$

$$\text{نصف القطر الهيدروليكى النسبى} = \frac{\text{القطر الهيدروليكى للجزء المغمور بالماء}}{\text{القطر الهيدروليكى لقطاع الماسورة}}$$

$$\text{السرعة النسبية} = \frac{\text{السرعة بالقطاع المغمور}}{\text{السرعة عند امتلاء الماسورة}}$$

$$\text{التصرف النسبى} = \frac{\text{التصرف بالقطاع المملوء بالماء}}{\text{التصرف عند امتلاء كل قطاع الماسورة}}$$

مثـال :

مدينة عدد سكانها ٢٥٠٠٠٠ نسمة ، وتصرف الفرد فى اليوم ٢٠٠ لتر ، وكمية مياه الرشح الواصلة لشبكة المجارى ٣٠٠٠ م٣/اليوم ، وأقصى تصرف لمياه المطر يصل للشبكة هو ٥٠٠ م٣/الساعة ، وكمية المخلفات السائلة للمصانع الكبيرة والمسموح بصرفها فى شبكة الصرف الصحى هى ٨٠٠٠ م٣ ، والمصانع تعمل ورديتين كل ٨ ساعات وتصرفها منتظم .

أوجد أقصى وأدنى تصرف جاف ، وأقصى وأدنى تصرف ممطر .

وصمم قطر الماسورة المجمعة لهذا التصرف مع مراعاة ألا تتجاوز السرعة بها عن السرعة المهلكة وألا تقل عن السرعة المنظفة .

الحل :

التصرف المنزلى $= ٢٥٠٠٠٠ \times \frac{٢٠٠}{١٠٠٠} = ٥٠٠٠٠$ م٣/اليوم

أقصى تصرف جاف $= \frac{٥٠٠٠٠}{١٦} + \frac{٣٠٠٠}{٢٤} + \frac{٨٠٠٠}{١٦}$

$= ٣١٢٥ + ١٢٥ + ٥٠٠ = ٣٧٥٠$ م٣/الساعة

أدنى تصرف جاف $= \frac{٥٠٠٠٠}{٣٢} + \frac{٣٠٠٠}{٢٤}$

$= ١٥٦٢٫٥ + ١٢٥ = ١٦٨٧٫٥$ م٣/ الساعة

أقصى تصرف ممطر $= ٣٧٥٠ + ٥٠٠ = ٤٢٥٠$ م٣/ الساعة

أدنى تصرف ممطر $= ١٦٨٧٫٥ + ٥٠٠ = ٢١٨٧٫٥$ م٣/ الساعة

أدنى تصرف جاف ١٦٨٧٫٥ م٣/الساعة يمر بحيث يكون ارتفاع الماء فى الماسورة يساوى ثلث القطر .

ومن الجدول يساوى هذا التصرف ٠٫٢٣٥ من التصرف عندما تكون الماسورة ممتلئة .

وبذا فالتصرف عند امتلاء الماسورة $= \frac{١٦٨٧٥}{١٠} \times \frac{١٠٠٠}{٢٣٥}$

$= ٧١٨٠$ م³/الساعة

فإذا فرضنا أن السرعة بالماسورة وهى ممتلئة = ١٫٠٠ متر/ثانية

فالسرعة من الجدول عند أدنى تصرف جاف $= \frac{١٫٠٠ \times ٨٢}{١٠٠} =$ ٠٫٨٢ متر ثانية

= ٨٢ سم / ثانية تقريباً

وهى أعلا من السرعة المنظفة .

التصرف م³ ثانية $= \frac{٨١٨٠}{٦٠ \times ٦٠} = \frac{٣٫١٤ \times \text{ق}^٢}{٤} \times ١٫٠٠$

$\text{ق}^٢ = \frac{٤ \times ٧١٨٠ \times ١٠٠}{٦٠ \times ٦٠ \times ٣١٤}$

= ٢٫٥٤ تقريباً

$\text{ق} = \sqrt{٢٫٥٤}$

= ١٫٦٠ متراً

ولإيجاد ميل الماسورة نعوض فى المعادلة :

$$\text{س} = ٨٣ \, \text{ر}^{\frac{٢}{٣}} \, \text{م}^{\frac{١}{٢}}$$

$$= ٨٣ \sqrt[٣]{\text{ر}^٢} \quad \sqrt{\text{م}}$$

$$= ٨٣ \sqrt[٣]{\left(\frac{١٫٦}{٤}\right)^٢} \quad \sqrt{\text{م}}$$

$$= ٨٣ \sqrt[٣]{\frac{١٦}{١٠٠}} \quad \sqrt{\text{م}}$$

$$= ٨٣ \times ٠٫٥٥ \quad \sqrt{\text{م}}$$

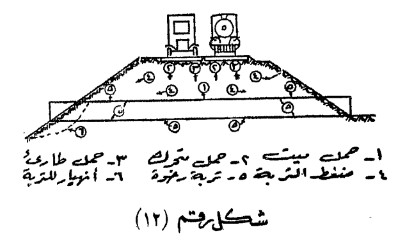
$$\therefore \sqrt{م} = \frac{١}{٨٣ \times ٠٫٥٥}$$

$$\therefore م = \left(\frac{١٠٠}{٨٣ \times ٥٥}\right)^{٢}$$

$$= ١ : ٢٠٠٠$$

الأحمال على المواسير وتصميم سمك جدرانها :

إن معظم المواسير تنشأ تحت سطح الأرض ، وعليها أن تتحمل ما يعلوها من أحمال خارجية ، وأن تتحمل الإجهادات الناجمة عن تحميلها ونقلها ، وبالأخص المواسير كبيرة القطر والطول ، وكذا الإجهادات التى تنجم من اختلاف درجات الحرارة ، كما يجب أن تتحمل ما بها من ضغوط داخلية . والشكل رقم (١٢) يوضح الأحمال المختلفة على المواسير .



شكل رقم (١٢)

وتعرض المواسير لما يعلوها من أحمال خارجية يعتبر من أهم الإجهادات التى تقع عليها (وقد يكون هو الجهد الوحيد الذى يؤخذ فى الاعتبار عند تصميم سمك جدران المواسير) .

ومن التجارب المختلفة أمكن الوصول إلى معادلات تحدد هذه الأحمال وقد توصل انسون مارستون إلى استنباط المعادلة الآتية لحساب الضغط الواقع على المواسير وذلك بعد أن أجرى عدة تجارب بمحطة البحوث الهندسية بالولايات المتحدة الأمريكية .

ض = م و ع^{٢}

حيث ض = الضغط بالرطل على القدم الطولى من المواسير

م = معامل ثابت يتوقف على نوع الردم

و = وزن القدم المكعب من الردم بالرطل

ع = عرض الخندق بالقدم مقاسا عند السطح العلوى للماسورة

ويتوقف مقدار المعامل م على نسبة ارتفاع الردم إلى عرض الخندق عند سطح الماسورة فإن كانت النسبة حوالى ٤ تتراوح م بين ٢ لمواد الردم الخشنة الغير متماسكة ، ٢ر٧ للمواد الصلبة المشبعة بالماء وإن كانت النسبة ٨ تتراوح م بين ٢ر٥ للمواد الخشنة ، ٣ر٧٥ للمواد الطينية المشبعة بالمياه .

وفيما يلى جدول يوضح قيمة الثابت « م » فى معادلة مارستون :

النسبة بين عمق وعرض الخندق	ردم من الرمل	ردم من التربة العادية المبللة	ردم من الطين المبلل	ردم من الطين المشبع بالماء
٥ر٠	٤٦ر٠	٤٦ر٠	٤٧ر٠	٤٧ر٠
٠ر١	٨٥ر٠	٨٦ر٠	٨٨ر٠	٩٠ر٠
٠ر٢	٤٦ر١	٥٠ر١	٥٦ر١	٦٢ر١
٠ر٣	٩٠ر١	٩٨ر١	٠٨ر٢	٢٠ر٢
٠ر٥	٤٥ر٢	٥٩ر٢	٨٠ر٢	٠٣ر٣
٠ر٧	٧٣ر٢	٩٣ر٢	٢٢ر٣	٥٧ر٣
٠ر١٠	٩٢ر٢	١٧ر٣	٥٦ر٣	٠٤ر٤
٠ر١٣	٩٩ر٢	٢٧ر٣	٧٢ر٣	٢٩ر٤
٠ر١٥	٠٦ر٣	٣٠ر٣	٦٧ر٣	٣٨ر٤

مثال :

أوجد الضغط على القدم الطولى لماسورة بخندق عمقه ٨ قدم وعرضه قدمان والردم بمواد طينية مشبعة بالماء تزن ١٣٠ رطل للقدم المكعب .

الحـــل :

ض = م و ع٢

= ٢ر٧ × ١٣٠ × ٤

= ١٤٠٤ رطل على القدم الطولى .

وقد يصل الضغط إلى حوالى ٢٠٠٠ رطل للقدم الطولى من المواسير موزعاً على محيط الماسورة الخارجى ، لذا يجب للضمان تجربة المواسير قبل تركيبها على ضغط ١٣٥٠ رطل على القدم الطولى موزعاً على حوالى ¼ المحيط العلوى للماسورة .

الضغط الداخلى — النقل — درجة الحرارة :

وتصمم جدران مواسير المجارى لتقاوم الضغط الداخلى من المعادلة الآتية:

$$ت = \frac{ض \ نق}{ب}$$

حيث ت = سمك جدران الماسورة

ض = كثافة الضغط الداخلى

نق = نصف القطر الداخلى للماسورة

ب = وحدة قوة مادة الماسورة للانحناء

ولا يمكن حساب الإجهادات الناتجة عن نقل المواسير ولكن يمكن الحصول عليها من الخبرة والتجارب العملية .

ويمكن حساب الإجهادات الناجمة من تغيير درجة الحرارة من المعادلة الآتية :

$$ج = م \ د \ ك$$

حيث ج = كثافة الجهد الناجم من تغير درجة الحرارة

م = معادل مرونة المادة

د = التغيير فى درجة الحرارة

ك = معامل تمدد المادة

ويمكن حساب كمية التمدد من المعادلة :

$$ل_1 = ل \ ك \ د$$

حيث $ل_1$ = التغيير بطول الماسورة

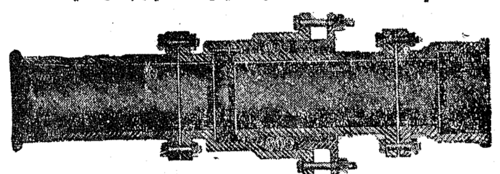
ل = طول الماسورة المعرضة للتمدد

ك = معامل تمدد المادة

د = التغيير فى درجة الحرارة

وعادة لا يؤخذ أى حساب للتمدد لمواسير المجارى المدفونة — أما المواسير المعرضة للجو فتتأثر تأثيرا ملحوظا باختلاف درجات الحرارة وتتعرض بذلك لإجهادات يجب العناية بها بإنشاء وصلات التمدد وموضح بالشكل (١٣) نوع هذه الوصلات .

والمواصفات العالمية تحدد سمك المواسير لمختلف أنواعها وأقطارها ولمختلف ضغوط التشغيل ، ولكن للمصمم بعد أن يحدد قطر الماسورة والإجهادات الواقعة عليها أن يختار درجة الماسورة ويقرر ما قد يلزمها من حماية .



وصلة تمدد

شكل رقم (١٣)

الباب الرابع

تخطيط شبكة المواسير والمنشآت اللازمة لها

وتصميمها وطريقة تنفيذها وتشغيلها وصيانتها

التخطيط :

بالاستعانة بالخرط الكنتورية للمدينة والمناطق المحيطة بها يمكن تخطيط شبكة مجارى المدينة بصفة ابتدائية ، ويبين على هذه الخرط مواقع محطات الرفع المقترحة وكذا مواقع أعمال المعالجة ، ومكان التخلص من مياه المجارى .

على ضوء هذا التخطيط الابتدائى تعمل الميزانية الشبكية لما تم اقتراحه من خطوط ومواقع ، ومن هذه الميزانية الشبكية يمكن تحديد خطوط شبكة المواسير بدقة ومواقع محطات الرفع وأعمال التنقية التى قد تلزم ، وعلى هذه الخطوط والمواقع تعمل جسات لمعرفة نوع التربة ومناسيب مياه الرشح بها ، وبعد أن تتم هذه الأبحاث تحدد بصفة نهائية خطوط الشبكة كما فى شكل (١٤) ، وكما تحدد باقى مواقع مشروعات المرفق ، ويتوخى فى هذا التحديد النقاط الآتية ما أمكن :

١ — أن تتمشى انحدارات الشبكة مع الانحدار الطبيعى للأرض لتجنب زيادة مكعبات الحفر .

٢ — تجنب الأراضى الصخرية أو ضعيفة التربة أو مرتفعة مناسيب مياه الرشح بها .

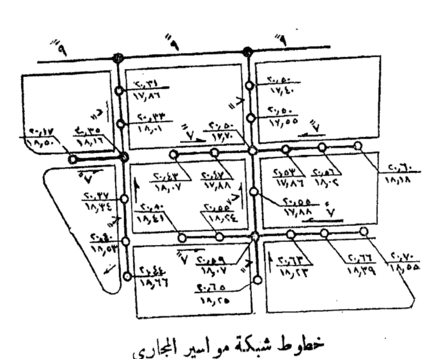
٣ — تجنب تعديات خطوط السكك الحديدية أو الترام والمجارى المائية والشوارع المزدحمة بالمرور :

٤ — تجنب تصميم خطوط المواسير العميقة وكذا إنشاء محطات الرفع الفرعية بالشوارع الضيقة أو المقام على جوانبها مبانى ضعيفة الإنشاء .

٥ — الاعتماد على سير المياه بالشبكة بالانحدار الطبيعى وتجنب أو تقليل إلى أقصى حد الاستعانة بمحطات الرفع الفرعية أو الرئيسية .

٦ — اختيار مواقع أعمال التنقية بعيداً عن الامتداد المنتظر للمدينة وبأراضى غير زراعية وغير مرتفعة الثمن ، ولا تهب الريح منها إلى المدينة ، وأن تكون قريبة منها ما أمكن ، بحيث تصلها المخلفات السائلة فى أقصر وقت ممكن وأن تتعدد أماكن المعالجة للمدن الكبيرة لتقليل تكاليف إنشاء مشروعات الشبكة ولعدم السماح لتعفن مياه المجارى بها بنقلها لمسافات طويلة .

٧ — مراعات مرونة شبكة المجارى بحيث يمكن سهولة تشغيل المشروع فى حالة عطب أحد أجزائه .



خطوط شبكة مواسير المجارى

شكل رقم (١٤)

التصميم :

أولا : بعد تحديد خطوط الشبكة، تحدد المناطق التى يخدمها كل فرع مع مراعاة امتدادات المستقبل ، وتحسب طبقا لذلك التصرفات التى سترد إليه بمجرد إنشائه ولخمسة وعشرين سنة لاحقة (سواء كانت الشبكة مشتركة أو منفصلة) .. وبذلك يمكن تحديد قطر الماسورة وميلها الذى يراعى أن يكون كافيا للحصول على سرعة منظفة وغير مهلكة ، فإن اضطر إلى استخدام ميول بسيطة استعملت أحواض الدفق ، وإن كان ميل الأرض شديداً استخدمت الهدارات ، ويجب ألا يقل قطر المواسير للفرعات عن ٧ بوصة لعدم سهولة انسدادها ، ويفضل البعض ألا يقل القطر عن ٨ بوصة أو ٩ بوصة .

ويراعى عدم صرف مواسير بقطر كبير فى مواسير ذات قطر أصغر إلا فى حالة السيفون الذى سيأتى ذكره، وعدم استخدام مواسير أكبر من اللازم بغرض تقليل ميل الفرع إذ يعمل ذلك على سهولة الترسيب .

ثانيا : يرسم لكل خط من المواسير قطاع طولى مبين عليه :

١ — مناسيب الأرض .

٢ — منسوب الراسم السفلى لقطر الماسورة الداخلى .

٣ — قطر الماسورة .

٤ — ميل الماسورة .

٥ — الآبار مع ترقيمها .

٦ — مواقع تلاقى الخط مع خط آخر .

٧ — مواقع المنشآت المقامة على الخط .

٨ — مواقع تعديات العوائق المختلفة (سكك حديد — مجارى مائية ... الخ) .

مطبق رقم ١٠ – مطبق رقم ٢٠ – مطبق رقم ٣٠ – مطبق رقم ٤٠ – مطبق رقم ٥٠ – مطبق رقم ٦٠ – مطبق رقم ٧٠ – مطبق رقم ٨٠ – مطبق رقم ٩٠ – مطبق رقم ١٠٠ – مطبق رقم ١١٠ – مطبق رقم ١٢٠ – مطبق رقم ١٣٠ – مطبق رقم ١٤٠ – مطبق رقم ١٥٠ – مطبق رقم ١٦٠

مواسير من الفخار قطر داخلي ٢٤ بوصة ميل ١/٨٥٠

منسوب المقارنة + (٩,٠٠)

منسوب سطح الأرض	منسوب القاع	العمق	المسافات
١٨,١٠	١٥,٥٠	٢,٦٠	صفر
١٨,١٠	١٥,٥٤	٢,٥٦	٣٠
١٨,١٢	١٥,٥٨	٢,٥٤	٧٠
١٨,١٩	١٥,٦٣	٢,٥٦	١٠٨
١٨,٢٠	١٥,٦٧	٢,٥٣	١٤٦
١٨,٢٢	١٥,٧١	٢,٥١	١٨١
١٨,٢٦	١٥,٧٣	٢,٥٣	٢٠٣
١٨,٣٠	١٥,٧٦	٢,٥٤	٢٢٠
١٨,٢٨	١٥,٧٨	٢,٥٠	٢٤٢
[illegible]	١٥,٨١	[illegible]	٢٦٩
١٨,١٩	١٥,٨٣	٢,٣٦	٢٩١
١٧,٩٠	١٥,٨٦	[illegible]	٣١٣
١٧,٧٩	١٥,٨٨	١,٩١	٣٣٥
١٧,٦٨	١٥,٩١	١,٧٧	٣٥٧
١٧,٦٣	١٥,٩٤	١,٦٩	٣٨٤
١٧,٥٩	١٥,٩٨	١,٦١	٤١١

شكل رقم «١٤٠» مكرر

٩ — توصيلات المبانى المختلفة عليه .

١٠ — أساس المواسير ومناسيبه .

ومن هذا القطاع شكل (١٤ مكرر) يمكن حساب مكعبات الحفر ومكعبات الأساس وأطوال المواسير .

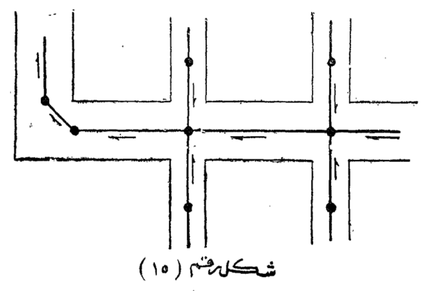
ثالثا : تنشأ آبار المجارى (المطابق) فى الحالات والمواقع الآتية :

١ — عند تقاطع الشوارع

٢ — عند تغيير قطر المواسير

٣ — عند تغيير ميل خط المواسير

٤ — عند تغير اتجاه المواسير مراعاة تفادى الانحناء بزاوية قائمة ويتيسر ذلك بإنشاء بئرين أو أكثر كما هو موضح بالشكل رقم (١٥)



شكل رقم (١٥)

٥ — يراعى فى خطوط مواسير المجارى المستقيمة ألا يزيد البعد بين أى بئرين عن ٣٠ مترا للمواسير قطر ١٥ بوصه وأقل ، ولا تزيد المسافة عن ٥٠ مترا للمواسير الأكبر من ذلك ، وقد يسمح بزيادة المسافة بين الآبار فى المجمعات إلى ١٠٠ مترا وإن كان من الأفضل أن تكون المسافة حوالى ٥٠ مترا حتى تسهل عملية التطهير .

ويفضل ألا يقل عمق السطح العلوى للماسورة عند بدء خط المواسير عن ٢٫٥ متر حتى لا تتأثر بحركة المرور وإمكان صرف معظم البدرومات والجراجات بالراحة ، غير أنه فى البلاد المنبسطة السطح كجمهورية مصر العربية فيكتفى بعمق ١٫٥ متر وقد يقل إلى ٠٫٧٥ متر فى الطرق ضعيفة حركة المرور وبذلك يقل العدد اللازم من محطات الرفع الفرعية ، وإذا اضطر إلى البدء بخط المواسير على عمق بسيط من سطوح الشوارع المزدحمة بالمرور فتأخذ الحيطة اللازمة لحمايتها وذلك إما بانشاء بلاطة من الخرسانة المسلحة فوق خط المواسير بالطول الذى يخشى عليه من التأثر ، أو استخدام مواسير من الصلب أو الزهر أو بكلاهما معا حسب مقتضيات الحالة .

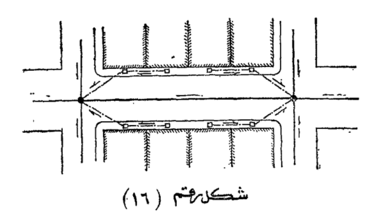
وعلى ملاك البدرومات التى لا تسمح مناسيب الخط أمامها بالصرف بالراحة — إما عدم إنشاء دورات مياه بها أو رفع مخلفاتها السائلة بطلمبات — والبدرومات التى بالكاد تسمح المناسيب بصرفها فيلزم أن يستخدم بلف مرتد على وصلتها لحمايتها من ارتداد المياه إليها من الشبكة ويستحسن استخدام طلمبة لرفع مخلفاتها إذ أن البلف المرتد كثير العطل ويحتاج إلى المباشرة المستمرة .

ويراعى فى توصيل المبانى إلى الشبكة :

١ — أن تكون مستوفاه للاعمال الصحية الداخلية السابق ذكرها وأن تنشأ لها الغرف اللازمه لحجز المواد الغير مرغوب فى صرفها بشبكة المجارى العموميه ، ثم يتم بعد ذلك التوصيل من غرفة التفتيش النهائية للمبنى على خط المواسير المقابل :

٢ — عدم التوصيل على خط المواسير (بسدل وكوع) بل يتم التوصيل على المطابق كما هو موضح بالشكل (١٦) .

٣ — عند إنشاء خط المواسير تنشأ فى الوقت نفسه الوصلات اللازمه للمبانى للتوصيل عليها حتى لا يضطر للحفر بنهر الشارع عدة مرات وأعادة الرصف .



شكل رقم (١٦)

المنشآت اللازمة على خط المواسير

شبكة مواسير الانحدار :

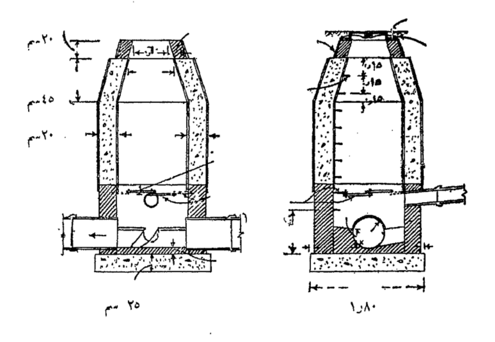
المطابق :

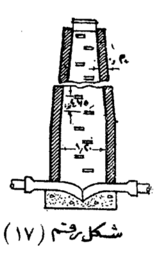
المطابق هى جزء متمم لخط مواسير المجارى ، وقد سبق تحديد مكان وجوب إنشائها والمسافات بينها فى خطوط الفرعات المستقيمة والتى يجب أن تقصر كلما قل وعى المواطنين الذين تخدمهم الفرعة ، والمطبق عبارة عن فتحة على الخط تنشأ بغرض السماح لشخص بالدخول إلى الشبكة والخروج منها. وتستخدم لإصلاح ما قد يحدث للفرعات من هبوط ، كما تستخدم للتفتيش ولتنظيف وإزالة أى عوائق من المواسير ، ويوضح بالشكل رقم (١٧) عدة أنواع للمطابق سواء المنشأ منها على مواسير ذات أقطار صغيرة أو كبيرة أو المنشأ منها على تقابل عدة خطوط للمواسير ، ومن أهم ما يجب ملاحظته عند تصميم المطبق الآتى .

١ — متانة إنشائه .

٢ — مساحة فتحته وسعته الداخلية لإمكان التشغيل .

وفتحة المطبق الشائعة الاستعمال هى الدائرية بقطر ٦٠ سم ، ونادرا ما تستخدم ٥٠ سم وأحيانا ما تستخدم بقطر ٧٠ سم على المواسير كبيرة الحجم





شكل رقم (١٧)

لسهولة دخول وخروج الجرادل الميكانيكية الكبيرة المستخدمة فى تنظيف هذه المواسير .

ويجب أن تتسع سعة المطبق بعد رقبته مباشرة لتسمح للنازل به من سهولة الحركة والقيام بعمله . وتتراوح السعة بين ١٫٠٠ ، ١٫٢٠ مترا .

والمطابق إما أن تنشأ مستديرة أو مربعة ، وتبنى حوائطها من الطوب أو بلوكات من الخرسانة المصبوبة بالموقع أو سابقة الصب أو من المعدن أو من الخرسانة العادية أو المسلحة ، وكل دولة تبنى المطابق بما يتفق وقلة تكاليف

إنشائها تبعا لظروفها المحلية ، وتبنى حوائط المطابق بجمهورية مصر العربية من الطوب أو الخرسانة مع صبها على عدة حطات بالاستعانة بفرم حديدية تستخدم عدة مرات لتعويض تكاليفها ، ونادرا ما تبنى حوائط الآبار العميقة من الطوب الأحمر .

ويراعى فى الأراضى المشبعة بمياه الرشح أن تكون خرسانة الحوائط غنية بالأسمنت وأن تبيض الحوائط الخارجية للمطبق بالأسمنت المخلوط بالسيكا لتقليل الرشح من الحوائط .

ويجب ألا يقل سمك حوائط المطبق عن ٢٠ سم وأن تزيد تخانتها تدريجيا مع زيادة العمق ، والحوائط الخرسانية أقل سمكا من الحوائط المبنية من الطوب ويجب ألا يقل سمكها عن ٢٠ سم إن بنيت من الخرسانة وألا يقل عن ٢٥ سم إن بنيت من الطوب .

ويمكن استخدام المعادلة الآتية للحصول بالتقريب على تخانة حوائط المطابق المبنية من الطوب .

$$ت = ٢ + \frac{ع}{٢}$$

حيث ت = تخانة الحائط بالبوصة ، ع = عمق المطبق بالقدم .

مثال :

أوجد تخانة حوائط مطبق مبنى من الطوب لأعماقه المختلفة ، علما أن عمق المطبق = ١٦ قدما .

أكبر سمك لحوائط المطبق عند أقصى عمقه هو :

$$ت = ٢ + \frac{ع}{٢} = ٢ + \frac{١٦}{٢} = ١٠ \text{ بوصة} = ٢٥ \text{ سم} .$$

وحوائط المطابق المبنية بالطوب الأحمر تبنى بجمهورية مصر العربية بسمك ٢٥ سم ويزيد سمك الحائط بمقدار ١٢٫٥ سم كل ثلاثة أمتار من العمق . .

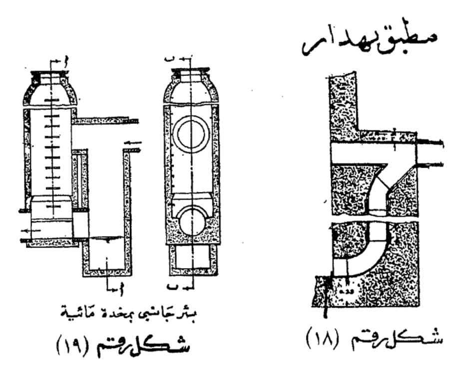
وتنشأ أساسات المطابق من الخرسانة العادية وبسمك يتراوح بين ٢٥ سم ، ٥٠ سم تقريبا فإن كانت الأرض رخوة وجب تسليح وتعريض الأساس وإن كانت الأرض ضعيفة وجب إنشاء البئر على خوازيق . وفى الأراضى المشبعة بمياه الرشح تنشأ الآبار العميقة بالتغويص .

وللحصول على مجرى ناعم كامل الاستدارة داخل المطابق المنشأة على خطوط ذات قطر واحد ، ينشأ الخط بأكمله ثم تنشأ الآبار فى المواقع المحددة لها على الخط ويبنى أساسها تحت الماسورة ، وبعد إتمام إنشاء المطبق يكسر الجزء العلوى من الماسورة بالمطبق فنحصل بذلك على مجرى ناعم كامل الاستدارة بدلا من تكوينه داخل المطبق .

وعندما يكون قطر الماسورة الداخلة للمطبق أصغر من قطر الماسورة الخارجة منه يجب حفظ المناسيب العليا للمواسير داخل المطبق على مستوى واحد منعا من ارتداد المياه من المواسير كبيرة الحجم فى حالة امتلائها إلى المواسير الصغيرة .

ويجب أن تنشأ جوانب المجرى بالمطبق بارتفاع يمنع غمر جوانب قاعه بمياه المواسير وبميل ١ : ١٠ حتى تنزلق منها الرواسب إلى المجرى بالتالى فى حالة حدوث أى طفح من مياه المجارى عليها — وفى حالة تعدد المواسير بالمطبق توصل الميول (الأفخاذ) بمنحنيات سهلة تتجه مع سير المياه .

وإن صبت ماسورة بمطبق على ارتفاع يزيد عن متر من قاعه وجب إنشاء هدار يصل بالماسورة إلى قاع المطبق وذلك لمنع رشاش الماء به مع مراعاة مد الماسورة داخل المطبق على منسوبها الطبيعى وسدها بطبة ليمكن استخدامها فى تسليك الفرعة كما هو موضح بالشكل (١٨) ، ويمكن استخدام بئر جانبى والنزول بمنسوبه لتكوين مخدة من الماء كما هو موضح بالشكل (١٩) . أو استخدام ميل بسلالم لكسر حدة السرعة كما هو موضح بالشكل (٢٠) .

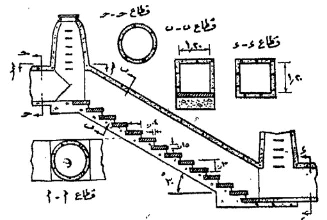


مطبق بهدار

شكل رقم (١٨)

بئر جانبي بمخدة مائية

شكل رقم (١٩)



ميل السلالم

شكل رقم (٢٠)

كما تستخدم الهدارات عند شدة ميل الأرض عن أقصى ميل يمكن أن تنشأ عليه المواسير بحيث تحتفظ بالسرعة بها دون السرعة المهلكة .

أغطية وبراويز سلالم المطابق :

تصنع أغطية المطابق وبراويزها من حديد الزهر وتتراوح أوزانها بين ٢٠٠ ،

٦٠٠ رطل ويستخدم الوزن الخفيف بالشوارع التى تندر بها حركة المرور وكلما زادت حركة المرور وثقلت زاد وزن الأغطية الواجب استخدامها — والأغطية الدائرية هى الشائعة الاستعمال ومن أهم ميزاتها أنها لا تسقط فى المطبق — والبرواز الذى يرتكز عليه الغطاء يجب أن يكون ثابت الارتكاز على الرصف وبنفس متانة ما يحيط به من مواد سطح الشارع وألا يقل ارتفاعه عن ٢٠ سم.

ويجب ألا يكون سطح الغطاء أملسا بل به نتوءات تعمل على تخشين سطحه وإيجاد احتكاك بينه وبين حركة المرور فوقه مما يبعد خطر التزحلق .

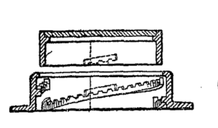
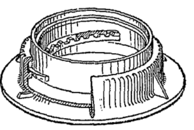
وقد يترك بالغطاء عدة فتحات لتهوية الشبكة ومساعدة البالوعات فى صرف مياه الأمطار وغسيل الشوارع بشرط ضمان عدم تصاعد أى غازات منها تسبب المضايقة للجمهور أو يخشى من تساقط الأتربة والرمال من خلالها وعلى كل فهى ممنوعة كلية بالمناطق الحارة والمعتدلة وقد يسمح باستخدامها (مع استيفاء الشروط المذكورة) بالبلاد باردة الطقس .

ونتيجة لعدم انتظام التآكل أو الهبوط أو لأسباب أخرى فالغطاء قد لا يحكم ارتكازه على البرواز ما يتسبب عنه ضوضاء بمرور الحركة فوقه — ويمكن معالجة ذلك بتثبيت الغطاء بالأسفلت أو الاسبستوس أو الكاوتشوك القديم .

وأغطية حديد الزهر تشجع اللصوص على سرقتها وهى ظاهرة منتشرة حتى فى الدول مرتفعة مستوى المعيشة ، وعلاوة على الخسارة المادية الناجمة من سرقة الأغطية فسرقتها تسبب خطورة على حياة المواطنين وخسائر لوسائل المرور — ويحتاط لمنع السرقة بقفل الغطاء مع البرواز بطريقة لا يمكن فتحها إلا بعدة خاصة — وبجمهورية مصر العربية استخدمت الأغطية الخرسانية المسلحة بدلا من الزهر حيث لا مطمع فى سرقتها ، وهى تستخدم فى المناطق النائية متوسطة حركة المرور أو شوارع وسط المدينة خفيفة الحركة .

وكثيرا ما يحدث تعديل بمناسيب رصف الشوارع مما يستدعي بالتبعية تعديل

مناسيب الآبار بها برفع أو خفض مبانى رقبتها ، وقد أمكن تصنيع براويز يمكن رفعها وخفضها لحد محدود ليمكن ضبطها مع ما قد يطرأ على منسوب الشارع من تغيير دون مواجهة متاعب التعديل اللازمة لرقبات المطابق كما هو موضح بالشكل رقم (٢١) .

شكل رقم (٢١)

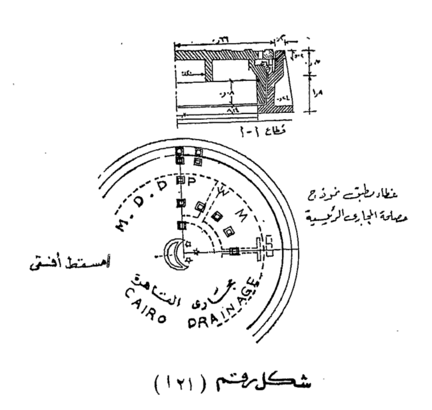
وقد يحدث إنفجار داخل شبكة المواسير أو ترتفع المياه داخل البئر فتحدث ضغطا عاليا به ينجم عنه تطاير الغطاء مما قد يتسبب عنه أخطار جسيمة، فللإحتياط يربط الغطاء بالبرواز بمسامير ، ولما تتكلفه عملية ربط الغطاء من تكاليف إضافية فلا يلجأ إليها إلا عند زيادة نسبة احتمال حدوث مثل هذا الضغط.

ومن المستحسن أن تستخدم كافة أغطية المدينة بشكل واحد شكل رقم (٢١ ا) وأن تكون لها علامة تميزها عن غيرها من أغطية المرافق الأخرى كما يستحسن أن تختار مواقع الآبار قدر الإمكان عند تقاطع الشوارع حتى يسهل العثور عليها حتى لو غطيت (بطريق الخطأ) بطبقة من أسفلت الرصف.

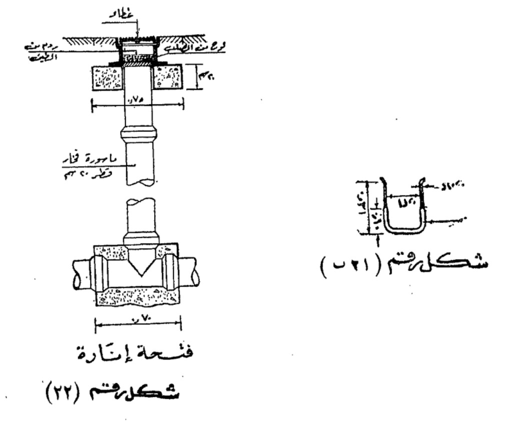
وتصنع سلالم المطبق من حديد الزهر المجلفن أو المدهون بالبتيومين وذلك لمقاومة التآكل شكل رقم (٢١ ب) ، ويجب أن تكون متماسكة تماما مع حوائط المطبق منعا من أى خطورة ، والمسافة الرأسية بين كل حوالى ٣٥ سم.

فتحات للإنارة :

فى حالة ما تكون المسافة بين المطابق للمواسير كبيرة القطر طويلة ويراد الاستعانة بضوء النهار لإنارتها ، تنشأ فتحات للإضاءة شكل رقم (٢٢) وهى



شكل رقم (٢١ ا)



شكل رقم (٢١ ب)

شكل رقم (٢٢)

عبارة عن فتحة بالماسورة يركب عليها مشترك وماسورة رأسية من الفخار أو الزهر ترتفع حتى منسوب سطح الشارع وتغطى بغطاء من الزهر يفتح حين الحاجة إلى تسرب أشعة النور بداخلها ، وقد تستخدم كذلك للتهوية أو للتفتيش أو لدفق المياه فى الشبكة ، وهذه الفتحات نادرة الاستعمال .

البالوعات :

البالوعة هى فتحة بسطح الشارع تنشأ على جانبيه لتجميع المياه السطحية سواء كانت ناتجة عن غسيله أو من الأمطار ونقلها إلى شبكة المجارى ، والمسافة بين كل تتوقف على مدى كمية مياه المطر وميل الطريق ونوع رصفه ، وعادة ما تكون المسافة حوالى ٢٠٠ متر ، وتغطى الفتحة بشبك المسافة بين قضبانه حوالى ٥ سم ، والقضبان وفتحاتها إما أن تكون موازية لطول الشارع وبذا يمكن للبالوعة من أن تستقبل تصرف أكبر مما لو كانت متعامدة عليه إلا أنها فى هذه الحالة تسمح لقدر أكبر من قاذورات الشارع من ورق وخلافه من سهولة الوصول لداخل البالوعة .

وتستخدم بجمهورية مصر العربية البالوعات ذات الفتحات المتعامدة مع تركيب غطاء مسمط لكل بالوعة للحد من دخول الأتربة والرمال وغيرها لداخلها ولا يفتح الغطاء إلا عند الحاجة لاستعمال البالوعة .

وعلاوة على تزويدها بالشبك والغطاء المسمط فينشأ أيضا حاجز أمام ماسورة المخرج أسفله أعلا من منسوب قاع البالوعة — والغرض من الحاجز منع المواد الطافية من الخروج إلى الشبكة ودفع المياه إلى قاع البالوعة لتسهيل عملية الترسيب بها ، والحيز الموجود تحت منسوب ماسورة المخرج يستخدم لحجز المواد الراسبة وتكوين الحاجز المائى اللازم لمنع ارتداد الغازات .

والحاجز له عدة أنواع منها :

١ — حاجز يمكن رفعه وتسليك الماسورة .

٢ — حاجز خرسانى ثابت ويتم تسليك الماسورة من بئر المجـــارى الموصلة إليه .

والبالوعات على أنواع مختلفة فمنها ما هو جاهز التصنيع من الزهر ، ومنها ما هو عبارة عن جردل ذو ثقوب لتمرير المياه ويرفع الجردل لتنظيفه كلما امتلأ بالرواسب، ومنها المبنى بالموقع من الخرسانة أو المبانى. وشكل رقم (٢٣) يبين نوعين من أنواع البالوعات .

وهناك نوع آخر من البالوعات ينشأ تحت الرصيف بحيث يدخل إليهـا الماء من فتحات رأسية فى الجانب المواجه للطريق .

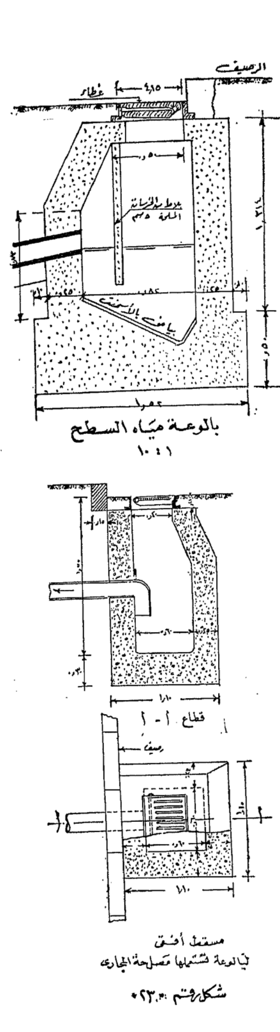
وتنظف البالوعات (بخلاف بالوعة الجردل) إما يدويا أو بإضافة مياه إلى الرواسب لدرجة يسهل شفطها بسيارات الشفط الخاصة بذلك . ويجب تنظيف البالوعات بصفة دورية وخصوصا قبل موسم الأمطار .

غرف حجز الرواسب :

هى غرف تنشأ على خط المواسير وقاعها منخفض عن قاع المـاسورة المنشأة عليها وقطاعها أكبر منها ويتراوح حجمها من حجم مطبق كبير نوعا إلى غرفة يبلغ طولها وكذا عرضها عدة أمتار وينخفض قاعها عن قاع الماسورة بحوالى ٧٥سم ولها فتحة أو فتحتين بسطح الشارع ومزودة بسلالم للنزول بها والخروج منها ، والغرض منها هو تقليل سرعة سير مياه المجارى بها بما يسمح بترسيب المواد الغير عضوية وبذا يمكن إزالتها بسهوله منها عما لو تم إزالتها من المواسير. وتنشأ هذه الغرف فى حالة كثرة كميات المواد الغير عضوية التى تصل إلى شبكة مواسير المجارى . انظر شكل رقم (٢٤) .

حوض الدفق :

هو عبارة عن حوض ينشأ فى بداية خطوط المواسير التى تسير المياه بها بسرعة أقل من السرعة المنظفـة ، إما بسبب ضعف كمية التصرف المـار بها أو لضعف انحدارها .

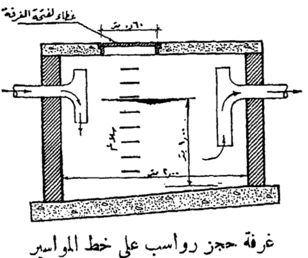


بالوعة مياه السطح
١٠٤١

قطاع أ - أ

مسقط أفقى
لبالوعة تستعملها مصلحة المجارى

شكل رقم ٢٣،٣٠



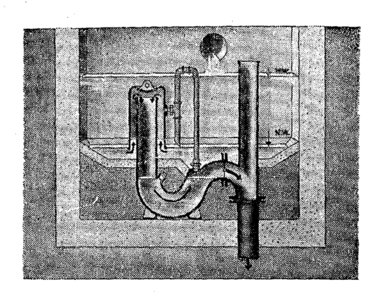
غرفة حجز رواسب على خط المواسير

شكل رقم (٢٤)

ويبنى الحوض أصم مانع للتسرب وبحجم كاف لاستيعاب قدر من الماء مساو لحجم حوالى ٥٠ مترا طوليا من الماسورة المراد دفق المياه بها — ويستمد الحوض مياهه من مصدر مياه المدينة ويركب على ماسورة التغذية محبس يفتح بالقدر الذى نحصل منه على التصرف اللازم لغسيل الحوض مرة أو مرتين فى اليوم — وتخرج المياه من حوض الدفق دفعة واحدة عن طريق سيفون مغطى بناقوس أو غطاء من الزهر شكل رقم (٢٥) حتى يمكننا دفع ما قد يكون قد رسب بخط المواسير .

السيفون :

إذا اعترض خط سير مواسير مجارى الانحدار عائق (كخط مواسير مياه غاز ، نفق ، خط سكك حديدية أو مجرى مائى) يمنعه من الاستمرار فى السير فى اتجاهه مع الاحتفاظ بميوله ، أمكن التغلب على ذلك بإنشاء سيفون يمر فوق العائق وهو الأصل فى التسمية ولذا يسمى بالسيفون الحقيقى — أو يمر تحته وهو إذن ليس بسيفون ولكن يسمى بالسيفون المقلوب ، وتعارف على



حوض دفق
شكل رقم (٢٥)

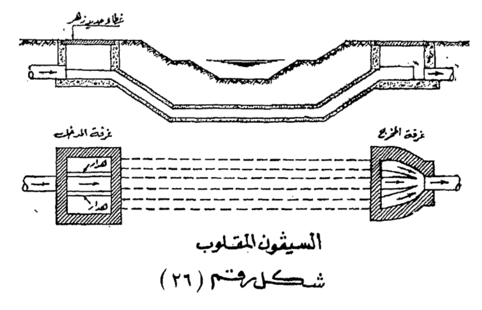
تسميته فى أعمال المجارى بالسيفون (فقط) أما إذا استخدم السيفون الحقيقى بأعمال المجارى وجب ذكر اسمه كاملا .

والسيفون الحقيقى هو خط من المواسير امتداد لخط المواسير الأصلى ينشأ بمنسوب مرتفع عنه لتخطى العائق ، ولكى يقوم بعمله يجب أن يكون مملوءا بالماء بصفة مستمرة الأمر الذى لا يمكن تحقيقه إلا نادرا لتذبذب تصرفات مياه المجارى — هذا علاوة على أنه غير مسموح بمرور مواسير المجارى فوق مواسير المياه أو فوق المجارى المائية خشية حدوث أى تسرب يسبب تلوث مياه الشرب ، لذا فقلما يستخدم السيفون الحقيقى فى أعمال الصرف الصحى، ويجب فى حالة استخدامه أن يزود بملف بأعلا نقطة به يسمح بخروج ما قد يتراكم بالجزء العلوى منه من الهواء أو الغازات حتى يتيسر له القيام بعمله .

والسيفون هو بالمثل كالسيفون الحقيقى امتداد لخط المواسير الأصلى إنما ينشأ بمنسوب منخفض عنه ييسر له تخطى العائق وهو شائع الاستعمال بأعمال

الجارى فهو دائما ممتلىء بالماء غير أنه عرضة لكثرة الترسيب به مما يجعله فى حاجة مستمرة للعناية والتنظيف .

ولملافاة كثرة الترسيب يستحسن أن يصمم على أساس استعمال ماسورتين أو أكثر أحداهما تكفى لتصريف أدنى سيب الطقس الجاف والسرعة بها لاتقل عن ٩٠ سم / ثانية والمواسير الأخرى لنقل ما يزيد عن أدنى تصرف الطقس الجاف ويجب إنشاء مطبق عندكل من مدخل السيفون ومخرجه لإمكان تسليكه وتطهيره شكل رقم (٢٦) ، كما يجب تنظيفه مرة فى الأسبوع على الأقل بدفع المياه به لتكسح الرواسب ، وللحيطة يفضل إنشاء غرفة عند مدخله لترسب بها المواد سريعة القابلية للرسوب كالرمال وما يماثلها .



السيفون المقلوب

شكل رقم (٢٦)

وينشأ السيفون من حديد الزهر وأن يكون ثقله كافيا لمقاومة دفع المياه الجوفية له عندما يكون فارغا من المياه — ويراعى فى تصميمه أن يكون الفاقد أقل ما يمكن لتقليل انخفاض منسوب مياه المخرج .

ويحدد قطر السيفون من المعادلة الآتية :

$$\text{قطر ماسورة السيفون} = \sqrt{\frac{\text{مربع قطر المجرى}}{٢}}$$

ويحسب الفاقد فى المنسوب بين المدخل والمخرج بما يساوى :

$$\frac{\text{مربع السرعة}}{\text{ضعف عجلة التثاقل}}$$

والفاقد فى كوع ٤٥° يقدر بما يعادل الفاقد لماسورة (بنفس قطر الكوع ومادته) طولها يساوى ٤٠ مرة قطرها — وبذا فمخرج السيفون يجب أن يكون منخفضا عن مدخله ما يساوى هذه الفواقد .

وينشأ هدار على ماسورة صرف أدنى تصرف السبب الجاف حتى يفيض ما يزيد عن تصرفها إلى ماسورة أخرى — كما يراعى إمكان تحويل التصرف من أحد مواسير السيفون لماسورة أخرى لإمكان إيقاف تشغيل أى منهما والقفل عليها وتفريغها لتمام تنظيفها أو إجراء ما قد يلزم لها من إصلاح .

غرف التقاطع :

غرفة التقاطع — كما يدل اسمها — هى غرفة يلتقى بها خطى مواسير للمجارى أو أكثر ، ويجب مراعاة عدم حدوث دوامات بها لمنع الترسيب وزيادة مقدار الفاقد ، ويمكن التوصل إلى ذلك باتخاذ ما يلزم لإنشاء جميع المواسير (فى حالة مرور التصرف العادى بكل فرع) بمنسوب واحد داخل الغرفة ، وأن يكون خط سير تصرف كل ماسورة مماس لخط سير تصرف المواسير الأخرى ، وبذا تسير المياه داخل الغرفة فى يسر وسهولة من مدخلها حتى مخرجها .

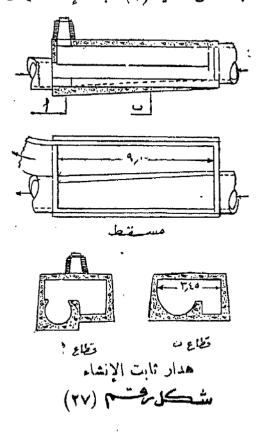
ورغم ما يتخذ من حيطة فقد تحدث بعض الدوامات البسيطة كما قد تسير المياه بالراجع من أحد المواسير للأخرى ولكن لمسافات قصيرة ، ويجب أخذ ذلك فى الحسبان عند التصميم كما يجب مداومة تنظيف الغرفة من الرواسب ، وغرفة التقاطع هى تقريبا مطبق كبير له ميوله بالقاع وأخاذه وفتحتين بأعلاه قطر كل ٦٠ سم وسلالم للنزول ، ويجب أن يتراوح عرضه بين ١٫٠٠ ، ١٫٢٠ متر .

هدارات لتخفيف التصرفات عن شبكة المواسير :

قد يزيد التصرف بشبكات المجارى المشتركة نتيجة عوامل طارئة كمطر غزير مفاجىء مما لا يمكن أخذه فى الحسبان عند تصميم قطاع المواسير وإلا لصممت بأقطار كبيرة لا يستفاد بها إلا لفترات وجيزة من العام بينما تسير المياه بالمواسير فى باقى أيام السنة بسرعة بطيئة تساعد على الترسيب بها وسد الشبكة وبذا تحتاج إلى مداومة تطهيرها — هذا علاوة على زيادة تكاليف مشروعات مجارى المدينة دون فائدة بل على العكس ضرر يستمر معظم أيام العام وربما العام كله .

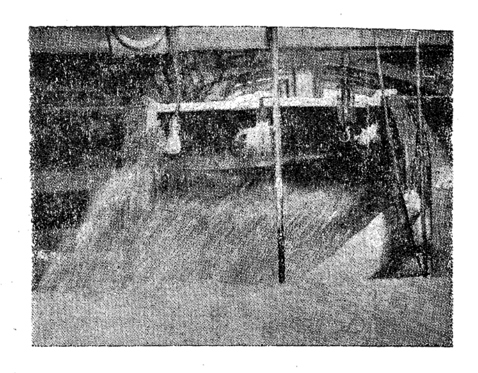
وللتخلص من تصرفات المطر الغزير تنشأ الهدارات على بعض مواسير المجارى لصرفها إلى الكتل المائية المجاورة .

والهدارات نوعان (١) ذات أجزاء متحركة لتنظيم التصرف بالشبكة والتخلص من الزائد بالكتل المائية (٢) ثابتة الإنشاء كما فى شكل (٢٧) .



هدار ثابت الإنشاء

شكل رقم (٢٧)



تابع شكل رقم (٢٧)
هدار بالطبيعة

وتفضل الهدارات الثابتة لضمان عملها بينما المتحركة تحتاج إلى رعاية وصيانة مستمرة للتأكد من قيامها بعملها على الوجه الأكمل .

ويسمح بصرف ما يزيد عن ثلاثة أمثال أقصى التصرف الجاف بالبحار أو البحيرات أو الأنهر كبيرة التصرف أما إن كان الصرف بالأنهار الصغيرة أو الترع فلا يسمح بصرف إلا ما يزيد عن أربعة أو خمسة أمثال التصرف تبعا للنسبة بين كمية ما يصرف بها من مخلفات وكمية التصرف بالكتلة المائية . ولا يسمح بجمهورية مصر العربية بصرف أى فائض بالنيل أو غيره من الكتل المائية فيما عدا البحار والبحيرات المالحة — ومن حسن الظروف فالأمطار قليلة بالمدن الداخلية ولا تهطل بغزارة إلا بالمدن الشمالية الساحلية لذا تنشأ بشبكة مواسير مجاريها المشتركة الهدارات للتخلص عما يزيد عن ثلاثة أمثال أقصى تصرف سبب الطقس الجاف ، والأمطار لا تهطل إلا شتاء حيث

لا يوجد مصطافين ، لذا لا خشية إطلاقا على شواطىء الاستحمام من صرف هذا الفائض .

وقد يهطل المطر غزيرا بالقاهرة ولكن يحدث ذلك نادرا ولفترة من الزمن وجيزة فيملأ شوارع المدينة بمياه المطر ويأخذ بضع ساعات ليتيسر للبالوعات والشبكة من تصريفها ويمكن تحمل هذه السويعات التى تحدث مرة كل عدة سنوات ، وفى حالة الرغبة فى تلافى مثل هذه الحالات يمكن إنشاء أحواض تخزين لمياه عواصف الأمطار على منسوب أعلا من منسوب المواسير وتحت سطح الطرق ، يفيض إليها الماء فى حالة ازدحام الشبكة ويعود إليها ثانية بعد انقضاء العاصفة .

والهدار الثابت سهل الإنشاء قليل التكاليف يمكن الاعتماد عليه ولذا فهو الأكثر استعمالا فى شبكات المجارى .

ويصمم الهدار باستخدام إحدى المعادلات منها معادلة بابت :

$$ل = ٢٫٣ \, س \, ق \, لو \left(\frac{ع_١}{ع_٢} \right)$$

حيث ل = طول الهدار بالقدم

س = السرعة عند الهدار قدم / ثانية

$ع_١$ = عمق الماء أمام الهدار قدم

$ع_٢$ = عمق الماء خلف الهدار قدم

ق = قطر الماسورة قدم

وهذه المعادلة صالحة للمواسير التى تتراوح أقطارها بين ١٨ً ، ٢٤ً وعمق الماء فوق حائط الهدار لا يتجاوز $\frac{٣}{٤}$ ق .

ومعادلة لى :

$$ص = ٣,٢٢ \text{ ل } ع^{١,٥}$$

حيث ص = معدل التصرف فوق الهدار

ل = طول الهدار

ع = ارتفاع الماء فوق حائط الهدار

ويمكن إنشاء الهدار على كل من جانبى الماسورة ، كما يمكن تقليل طوله بتعريجه ، فقد أمكن إنشاء هدار بطول ١٤١ قدم فى طول ٢٣ قدم وذلك بتعريجه.

توصيلات المنازل :

يجب لتوصيل المبنى إلى شبكة مواسير المجارى العمومية أن تكون أعماله الصحية الداخلية ومخلفاته السائلة مستوفية لجميع المعايير والشروط والمواصفات الواجب توافرها قبل الصرف بالمجارى العمومية .

والأعمال الصحية الداخلية يقوم بها المالك بمعرفته وعلى حسابه وتحت إشراف الجهة المسئولة عن إنشاء المبانى بالمدينة وقد سبق أن شرح ذلك تفصيلا، أما توصيلة المبنى من آخر غرفة تفتيش به إلى الشبكة العامة لمواسير الصرف الصحى فالجهة المشرفة عليها هى الجهة القائمة والمسئولة عن أعمال مجارى المدينة وإما أن تقوم بإنشائها بمعرفتها على حساب المالك أو يقوم هو بها تحت إشرافها وطبقا لاشتراطاتها .

ويجب عدم التوصيل على المواسير بسدل وكوع لعدم الأخلال بشبكة المواسير ولمنع كثرة السدود التى تنجم بسببها ، بل يتم التوصيل على الآبار وذلك بتجميع غرف التفتيش النهائية للمبانى بمداد على الأرصفة وتوصيل المداد على البئر — ويتم إنشاء الوصلة من الرصيف إلى البئر أثناء عملية

مد المجارى و بذا يمتنع التوصيل بالسدل والكوع كما يمتنع تكرار الحفر بالشوارع عند توصيل كل مبنى ، وتحصل تكاليف وصلة المداد ممن ينتفعون بها.

ملحوظة :

خشية استخدام المواطنين للشبكة قبل إتمام باقى مشروعات الصرف الصحى للمدينة وذلك بالتوصيل خلسة عليها أو استخدامها فيما لم تنشأ من أجله يستحسن أن يتم مشروع المجارى العام للمدينة فى توقيت واحد فإن لم يتيسر ذلك لقلة الاعتمادات فتنفذ المشروعات حسب الأولويات الآتية :

١ — محطات الرفع ومواسير الطرد
٢ — المجمعات وأحواض المعالجة
٣ — شبكة مواسير الانحدار

ويستحسن عدم تشغيل المشروع إلا بعد توصيل العدد الكافى من المبانى على الشبكة بحيث تكون كمية التصرف الواصل إليها لا يقل عن أدنى تصرف سيب الطقس الجاف ليمتنع أو يقل بها الترسيب، ويلزم القانون بجمهورية مصر العربية المالك بتوصيل مبناه إلى المجارى العامة أن كانت غرفة تفتيشه لا يزيد بعدها عن أقرب مطبق عن ٣٠ مترا مقاسا هذا البعد فى موازاة طول الشارع وطلبت منه الجهة القائمة بالإشراف على مشروع المجارى بالقيام بالتوصيل وفى حالة امتناعه تقوم هذه الجهة بالتوصيل وما يلزم المبنى من أعمال صحية داخلية على حسابه وتحصل منه التكاليف والمصاريف الإدارية بالطريق الإدارى .

منشآت لتهوية المواسير :

لتهوية شبكة مواسير المجارى مما قد يتكون بها من غازات ضارة يمكن اتباع الآتى :

١ — إنشاء أعمدة تهوية للمطابق — وهى عبارة عن ماسورة مقامة على

الرصيف المجاور للمطبق ومتصلة به ومرتفعة بحيث تكون أعلا من أى مبنى مجاور لمنع أى مضايقة للمواطنين — وتستخدم هذه الطريقة على مقياس ضيق .

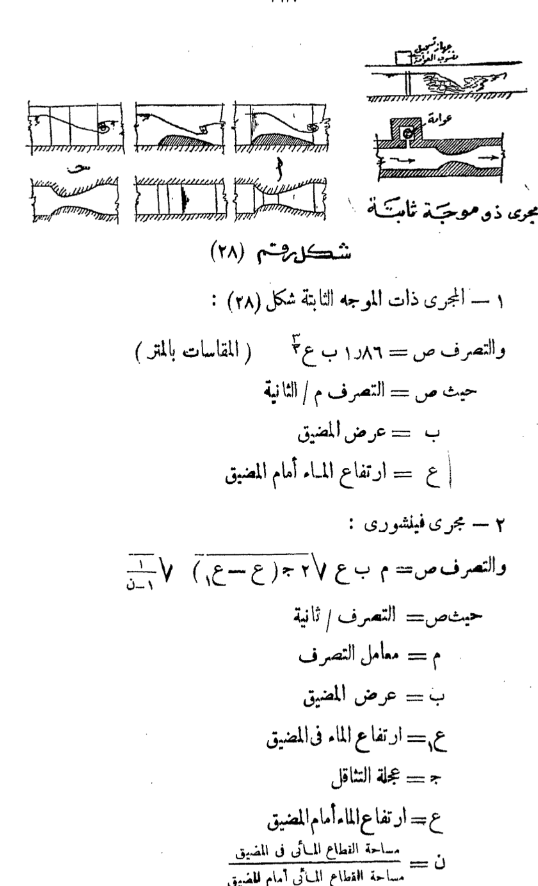
٢ — إنشاء تيار من الهواء بتركيب ماكينة تهوية على أحد المطابق لشفط الهواء الموجود بين مطبقين متجاورين — وهى مفيدة للتخلص من الغازات إلا أن استخدامها بشوارع المدينة يعيق حركة المرور وينشر الرائحة الكريهة مما يجعل استخدامها محصورا فى المناطق الغير مأهولة بالسكان .

٣ — خلط مياه المجارى بشبكة المواسير بالكلور وسيأتى الكلام عنه تفصيلا .

وإن أعمدة التهوية بالأعمال الصحية الداخلية للمبانى من العوامل الأساسية المفيدة لتهوية الشبكة ، وكذلك أغطية المطابق المخرمة إذا سمح باستخدامها — كما أن مواسير عادم الروافع تساعد كثيرا على تهوية الشبكة وسيأتى الكلام عنها فى باب الروافع .

أجهزة قياس التصرف :

أجهزة قياس التصرف كثيرة ويجب ملاحظة أن يستخدم منها ما يصلح لأعمال مياه المجارى وفى حالة قياس تصرفات المياه الخام ننتقى منها ما لا يساعد على الترسيب بالمواسير وغالبا ما تنشأ هذه الأجهزة لمعرفة : تصرف كل منطقة على حدة ، التصرفات الواردة سواء لمحطات الرفع الفرعية أو الرئيسية ، التصرفات الواردة لعمليات المعالجة وكذا تصرفات المياه المعادة وكمية مياه الحمأة، وغير ذلك من التصرفات المراد معرفتها أو التحكم فى كمياتها ، وفيما يلى بعض من الأجهزة المستعملة لقياس تصرفات مياه المجارى :



شكل رقم (٢٨)

١ — المجرى ذات الموجه الثابتة شكل (٢٨) :

والتصرف ص = ١٫٨٦ ب $ع^{\frac{٣}{٢}}$ (المقاسات بالمتر)

حيث ص = التصرف م / الثانية

ب = عرض المضيق

ع = ارتفاع الماء أمام المضيق

٢ — مجرى فينشورى :

والتصرف ص = م ب ع $\sqrt{٢ جـ (ع - ع_{١})}$ $\sqrt{\frac{١}{١ - ن}}$

حيث ص = التصرف / ثانية

م = معامل التصرف

ب = عرض المضيق

$ع_{١}$ = ارتفاع الماء فى المضيق

جـ = عجلة التثاقل

ع = ارتفاع الماء أمام المضيق

ن = $\frac{\text{مساحة القطاع المائى فى المضيق}}{\text{مساحة القطاع المائى أمام المضيق}}$

٣ — هدار مثلث قائم الزاوية حاد الجوانب :

ويحسب التصرف المار على هذا الهدار من المعادلة :

$$ص = م \frac{٨}{١٥} \sqrt{٢ جـ} \; ظا \frac{\phi}{٢} \; ع^{\frac{٥}{٢}}$$

حيث ص = التصرف م^{٣} / ثانية

م = معامل التصرف = ٠٫٦٠

جـ = عجلة التثاقل = ٩٫٨١ متر / ثانية / ثانية

ϕ = زاوية الهدار ٩٠° وبذا $\frac{\phi}{٢}$ = ١

ع = ارتفاع منسوب الماء أمام الهدار عن منسوب رأس مثلث الهدار

٤* — هدار مستطيل بحافة حادة :

ويحسب التصرف على هذا الهدار من المعادلة :

$$ص = م \frac{٢}{٣} \left(ب - ٠٫١ ع\right) \sqrt{٢ جـ} \; ع^{\frac{٣}{٢}}$$

حيث ص = التصرف م^{٣} / ثانية

م = معامل التصرف = ٠٫٦٢

ب = عرض الهدار

جـ = عجلة التثاقل = ٩٫٨١ م / ثانية / ثانية

ع = ارتفاع منسوب الماء أمام الهدار عن منسوب حافة الهدار.

---

* يرى الرجوع إلى أجهزة قياس التصرف بمراجع الهيدروليكا .

وجميع هذه المدارات مزودة بعوامات متصلة بجهاز لتسجيل بصفة مستمرة التصرفات على ورق بيانى .

وللبيارات والمجمعات والمجارى الكبيرة طريقة سهلة لمعرفة التصرف وذلك بتثبيت بالقاع مقياس تبين تقاسيمه مكعب التصرف المار — فإن كانت المجرى المار بها التصرف عميقة أمكن تركيب عوامه تتحرك على مقياس مثبت بسطح الأرض ومؤشر العوامة على هذا المقياس يعطى التصرف مباشرة .

أجهزة التحكم فى التصرف وأجهزة الأمان :

للتحكم فى سير المياه بالمواسير يركب عليها البوابات والصمامات كما أن هناك بعض الصمامات تستخدم بغرض أمان المواسير من الانفجار أو بغرض أزالة ما بها من رواسب .

ويمكن التحكم فى التصرف المار بالمواسير أو غيرها من المجارى المائية أو القفل عليها بواسطة أخشاب الغما وهى عبارة عن كتل من الخشب بعرض المجرى والجرتين الجانبيتين ، ويوضع من أخشاب الغما ما يسمح فقط بمرور التصرف المراد ، أو تقفل فتحة المجرى كلية بهذه الأخشاب فى حالة الرغبة فى عدم مرور أى تصرف من خلالها .

وهذه الطريقة رخيصة التكاليف ويكثر استخدامها فى أعمال الرى فى الترع الصغيرة للتحكم فى التصرفات التى تمر بها كما تستخدم فى أعمال المجارى ولكن على مقياس ضيق وهى لا تحكم تماما منع تسرب المياه فإن أريد المنع التام لأى تسرب من الفتحة استخدمت بوابات الحجز والصمامات الحاجزة .

بوابات الحجز والصمامات الحاجزة :

يجب أن تكون بوابات الحجز والصمامات الحاجزة مانعة تماما لتسرب

أى تصرف منها ويتأتى ذلك بالعناية التامة بموادها وبتصنيعها — فيجب تركيب إطار من البرونز أو معدن المدفع المقشوط على حواف بابها وعلى الحواف المقابلة للمجرى التى ينزلق بداخلها باب الحجز كما يجب الدقة فى تصنيعها .

البوابات :

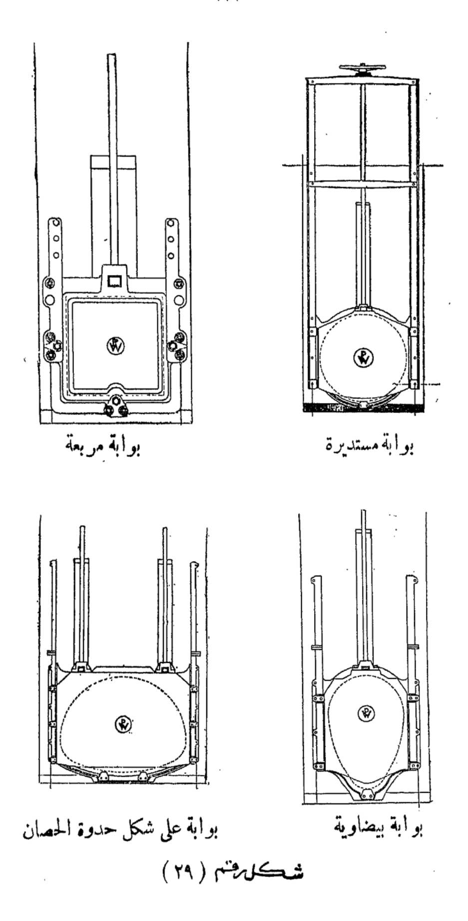
وتصنع البوابات أما مستديرة الشكل أو مربعة أو غير ذلك من الأشكال كما هو واضح بالشكل رقم (٢٩) وهى غالبا ما تصنع من الزهر ونادرا ماتصنع من الصلب الطرى ، وترفع البوابات بعامود مقلوظ. أما يرتفع وترتفع معه البوابة أو ثابت وترتفع البوابة فقط ، وتفتح البوابات الصغيرة يدويا أما الكبيرة فترفع آليا .

الصمامات :

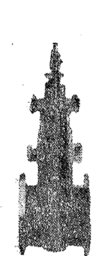
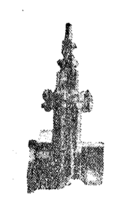
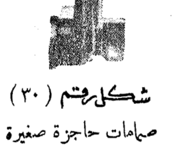
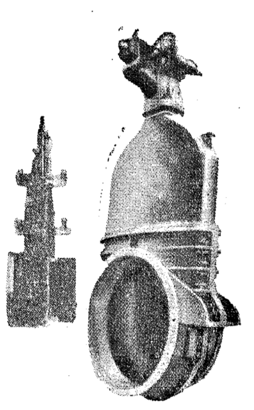
تصنع الصمامات من الزهر ، وهى على عدة أنواع منها :

١ — الصمام الحاجز :

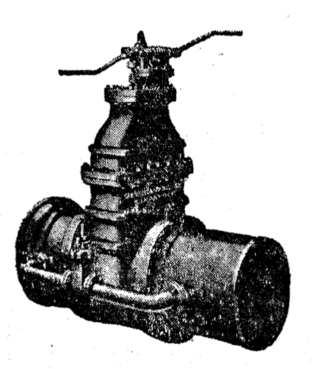
يوضح الشكل رقم (٣٠) صمامات حاجزة صغيرة ، والشكل رقم (٣١) صمام حاجز كبير ، ظاهر به الماسورة الواصلة بين جانبى الصمام والمركب عليها صمام صغير يفتح عند الرغبة فى فتح الصمام الكبير لتوصيل المياه إلى جانبيه لتسهيل عملية فتحه، وتقفل الصمامات الكبيرة بواسطة الماء المضغوط أو بموتور كهربائى — وتركب الصمامات على خطوط مواسير الطرد الرئيسية عند بدايتها وعلى طولها على أبعاد تتراوح بين ٢ ، ٤ كيلو متر حتى يمكن حصر الأطوال بين الصمامات وتفريغها من الماء عند الحاجة إلى إجراء أى إصلاح بها — أما مواسير الطرد الفرعية فتركب الصمامات عند بدايتها فقط للفتح والقفل عليها عند اللزوم .


بوابة مستديرة
بوابة مربعة
بوابة بيضاوية
بوابة على شكل حدوة الحصان

شكل رقم (٢٩)

شكل رقم (٣٠)
صمامات حاجزة صغيرة



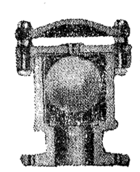
صمام حاجز كبير

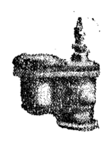
شكل رقم (٣١)

٢ — صمام تصريف الهواء :

تتجمع فقاقيع الهواء الموجودة بالماء عند النقط المرتفعة من خطوط مواسير الضغط فتعوق سهولة سير الماء بها كما ينجم عنها المطرقة المائية التى قد تؤدى إلى كسر الماسورة — لذا يجب أن يركب فى جميع النقط العالية من خط مواسير الضغط الكبيرة صمام لتصريف الهواء للتخلص منه أولا بأول .

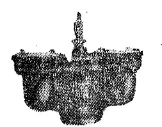
والصمام عبارة عن كرة من الأبنوس كما هو موضح بالشكل رقم (٣٢)

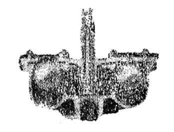




صمام تصريف الهواء
شكل رقم (٣٢)

فطالما كان كل من فراغ الماسورة والصمام مملوء بالماء فالكرة العائمة تستمر ملتصقة بالسطح العلوى للصمام سادة فتحته الصغيرة الموجودة بأعلاه ، فإذا ما تكون كمية من الهواء ارتفعت على السطح وانخفض بذلك منسوب الماء به فتنخفض الكرة بالتبعية وتنكشف الفتحة ويخرج منها الهواء المتراكم وبعد تفريغه يندفع الماء ليملأ الفراغ فترتفع الكرة وتسد الفتحة وفى بعض الأحيان تستمر الكرة ملتصقة بالفتحة رغم تكون الهواء ولتلافى هذا العيب يزود الصمام بكرتين كما هو واضح بالشكل (٣٣) . ويلزم تركيب صمام حجز صغير على وصلة الصمام لجسم الماسورة ليقفل عند الحاجة إلى إجراء أى إصلاح بالصمام .



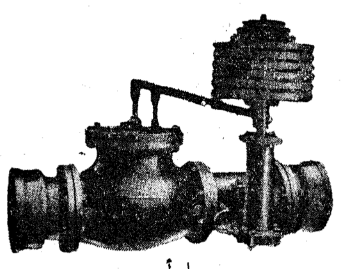


صمام تصريف الهواء ذو كرتين

شكل رقم (٣٣)

٣ — صمام أمن :

ويستخدم هذا الصمام الموضح بالشكل رقم (٣٤) لوقاية المواسير من الانفجار الذى ينتج عن زيادة الضغط عليها لأى سبب كان ومنها المطرقة المائية التى ترفع الضغط إلى حد كبير لا يتحمله بدن الماسورة فتنفجر — وهذا الصمام يفتح تلقائيا أن زاد الضغط عن حد محدود فتخرج منه المياه فيقل بذلك الضغط وعند وصوله لحد الأمان لايقوى على استمراره لفتح الصمام فيقفل تلقائيا .



صمام أمن

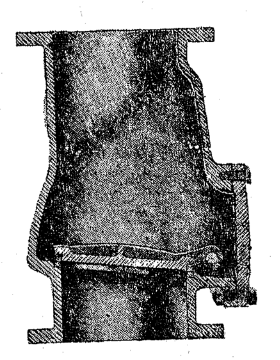
شكل رقم (٣٤)

٤ — صمام غسيل :

يركب هذا الصمام فى النقط المنخفضة من خطوط مواسير الطرد — فعند الحاجة إلى تطهير الخط من الرواسب يفتح فتندفع منه المياه جارفة معها الرواسب ، كما يستخدم لتفريغ المياه من الخط .

٥ — صمام مرتد :

وهو كما واضح بالشكل رقم (٣٥) جسم من الزهر به باب أو عدة أبواب فى حالة كبر قطر الماسورة والغرض منه هو السماح لسير المياه فى اتجاه فتح الباب فإن أنعكس اتجاهها قفل تلقائيا .



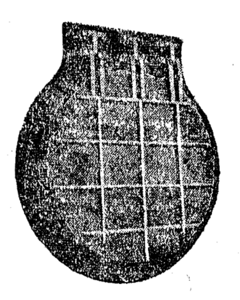
صمام مرتد

شكل رقم (٣٥)

٦ — صمام المروحة :

وهو يماثل الصمام المرتد فى أغراضة فيسمح بمرور الماء فى اتجاه سيرها

ويقفل فى حالة أنعكاس اتجاهها — وغالبا ما يستعمل لمنع ارتداد المياه من شبكة المواسير إلى وصلات المبانى المنخفضة المنسوب والتى يخشى من ارتداد المياه إليها فى حالة ارتفاع المياه بالشبكة نتيجة ازدحامها أو أنسدادها — وموضح بالشكل رقم (٣٦) صمام مروحة وهو عبارة عن باب مستدير يتحرك على مفصله يفتح بضغط سير المياه ويقفل بضغط المياه فى حالة ارتدادها — ويجب وضعه تحت المباشرة المستمرة للتأكد من صلاحية المفصلة وقيامها بعملها على أكمل وجه .



صمام المروحة

شكل رقم (٣٦)

تنفيذ شبكة مواسير المجارى

من أصعب عمليات تنفيذ المنشآت هى تنفيذ مشروعات المجارى العمومية إذ أن غالبيتها ينشأ تحت سطح الأرض وقد يتم تنفيذ الكثير منها على أعماق كبيرة ، ومن أكثر ما يعترض تنفيذها من صعوبات هو غزارة مياه الرشح وكثرة ما يعترضها من عوائق ، وتخنص أعمال المجارى فى حفر الخنادق والذى يشمل :

١ — إزالة الرصف .

٢ — حفر التربة والتخلص من جميع ناتج الحفر أو ما يزيد فقط عن حاجة الردم .

٣ — سند جوانب الحفر

٤ — إزالة المياه من الخندق .

٥ — حماية المنشآت سواء المقام منها فوق سطح الأرض أو تحتها وكذا حماية الأرواح والممتلكات .

٦ — ردم الخندق .

٧ — إعادة الرصف .

ويجب مراعاة عدم مضايقة المواطنين بعملية الحفر بضرورة إتمامها وإعادتها لحالتها الأولى ومشال الأتربة فى أقصر وقت ، مع ضرورة وضع الحواجز والعلامات والأنوار وكذا الكبارى المؤقتة لعبور المشاه والسيارات ومنع الأهالى وبالأخص الأطفال من دخول منطقة العمل أو عبور الخنادق فى غير مواقع التعديات ومراعاة عدم إعاقة حركة المرور وإنشاء ما قد يلزم لها من تحويلات لاستمرار الحركة فى سيرها الطبيعى ، وعدم قطع الشوارع

الرئيسية بكامل عرضها بل على أجزاء ونهو العمل بها سريعاً وإن أمكن فى الفترة الأخيرة من الليل حيث تخف حركة المرور .

— إزالة الرصف :

وإزالة الرصف هو أولى خطوات الحفر ويزال إما يدويا بالأجنة والأزميل والمرزبة أو ميكانيكيا بواسطة ثاقب وشاكوش يعملان بالهواء المضغوط ، والثاقب أو القاطع على أشكال متعددة يمكن تركيب أيا منها بالشاكوش حسب مقتضيات نوع الرصف ، فقاطع الرصف المستخدم لإزالة المكدام والأسفلت يختلف عن نوع القاطع المستخدم لإزالة الخرسانة وهكذا .

ويساعد الرصف على سند حوائط الخندق لذا يقطع بعرض مساو تماما لعرض الخندق أو بعرض يزيد عنه ببوصة أو ببوصتين على الأكثر من كل جانب من جوانبه .

٢ — حفر التربة :

الحفر فى الرمل المتحرك :

الرمل المتحرك ليس خاصية للرمل بل هى حالة له ، بمعنى أن الرمل إذا دفع لأعلا بضغط المياه الجوفية بسرعة يمكن بها أن تفكك حباته عن بعضها وتصبح عالقة بالمياه ومتحركة معها لأعلا سميت هذه الحالة بأن الرمل متحركا .

ومن الجسات يمكن معرفة إن كانت تربة الأرض رملية جافة أو مشبعة بالماء ، ولكن لا يمكن معرفة إن كان الرمل متحركا من عدمه ، ولمعرفة ذلك يحفر خندق صغير بالموقع وتسحب منه المياه ليظهر جليا نوع الرمل إن كان متحركا أو ثابتا .

والحفر فى الأرض الرملية المتحركة صعب جدا ومرتفع التكاليف وخطر

على سلامة المنشآت المجاورة ، وصعوبة الحفر بها ترجع إلى سهولة انهيار جوانب الحفر ، كما أنه من الصعب الوصول بقاعه إلى المنسوب المطلوب إذ يرتفع قاعه تلقائيا كلما حفرنا ، ومن هنا تأتى الخطورة على أساسات المنشآت المجاورة إذ تنسحب التربة من تحتها وتجعلها محملة على فراغ ؛ ويجب الأخذ فى الاعتبار أن الحفر فى هـذه التربة هو حفر مادة صلبة لها خصائص السوائل ، غير أنه من الصعب ضخها بالطلمبات .

والطريقة السليمة لحفر الخنادق بهذه التربة هو سند جوانبها بألواح من الخشب المفرز ويفضل عنها الستائر الحديدية على أن تدفن الألواح أو الستائر تحت منسوب الأساس بالخندق بحوالى متر ، ثم يخفض منسوب المياه بواسطة الآبار الارتوازية التى تنشأ خارج الخندق ، كما هو مبين فيما بعد . وبهذا تجف الرمال ويصبح من السهل حفرها .

الآبار الارتوازية :

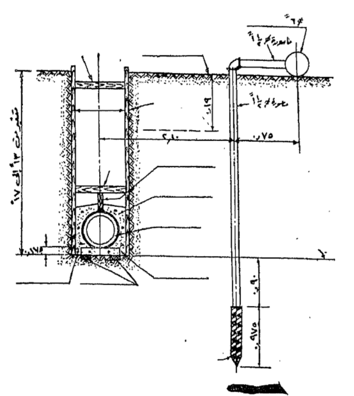
هى الطريقة المثالية لنزح المياه (من التربة المشبعة بالمياه وبالأخص الرملية والرملية المتحركة) لإمكان حفر خنادق شبكة مواسير المجارى أو أى أعمال حفر أخرى لازمة لمشروعات المرفق . وموضح بالشكل رقم (٣٧) طريقة الآبار الارتوازية .

وهى فى العادة آبار من المواسير بقطر ٢ بوصة تنشأ على مسافات ٥ر١ مترا بين كل من المحورين ، ويجمعها ماسورة أفقية قطر ٦ بوصة موصلة إلى طلمبة ذات تحضير ذاتى لرفع التصرف ونقله إلى المكان المعد للتخلص منه — ويجب تركيب بلف على كل ماسورة بئر لمنع اتصالها إذا لزم بالماسورة المجمعة ، وفى حالة وجود طلمبتين أو أكثر مركبة على الماسورة الأفقية فمن المستحسن تركيب بلوف عليها لفصل مناطق سحب كل طلمبة .

وقد تقصر المسافة بين الآبار وقد يزيد طول أقطارها طبقا لما ينتظر من مياه رشح مطلوب نزحها ، وتحديد ذلك يرجع إلى الخبرة والتجربة بالمواقع .

الردم :

يجب أخذ الحيطة الكافية فى عملية الردم وضرورة دكه جيدا على طبقات



آبار ارتوازية لتخفيض منسوب مياه الرشح

شكل رقم (٣٧)

والتأكد من عدم وجود أى فراغات به ، وتترك الشدة بالخندق دون مشالها محافظة على سلامة المنشآت المجاورة إذا دعت الضرورة ذلك .

الحفر فى التربة الصخرية :

التربة الصخرية هى تربة صلبة متماسكة ، وهى ليست بالتربة الحجرية الهشة أو الأحجار الكبيرة المفككة المردومة بالتربة — ويجب تعريفها بدقة وبتفصيل بشروط العطاء حتى لا يكون هناك لبس فى طريقة تحديدها والمحاسبة طبقا لفئاتها ، ويتم الحفر بها إما يدويا بالأجنة والأزميل أو آليا باستخدام

حفارات تدار بالبخار وذلك نادرا ، أو بالكهرباء ، والأكثر شيوعا أن تدار بالهواء المضغوط ، وقد يتم الحفر باستخدام المفرقعات أو أى طريقة أخرى تستعمل للحفر فى الصخور الصلبة المتماسكة ، ولا تستخدم المفرقعات فى حفر الخنادق الصغيرة أو بالأماكن المأهولة بالسكان .

حفر خنادق المواسير :

يجب أن يحفر الخندق بأقل عرض ممكن يسمح بتركيب المواسير بداخله مع الأخذ فى الاعتبار عرض الرؤوس ومايلزم من سعة بالخندق للحامها والتفتيش عليها ، علما أن أى حفر زائد لا فائدة منه بل يزيد التكاليف دون مبرر ، هذا علاوة فى أن العرض الزائد يزيد من الأحمال التى تقع على الماسورة .

وقد يحتاج الأمر إلى زيادة عرض الخندق فى جزئه العلوى عندما يكون عمق الحفر كبيرا ويلزم لسند حوائطه عدة شدات ، فيلزم أن يكون عرض الخندق للشدة العليا أعرض منه للشدة التى تليها ، وهكذا . . بحيث نصل بعرض أدنى شدة لأقل عرض لازم لتركيب المواسير شكل رقم (٣٨) .

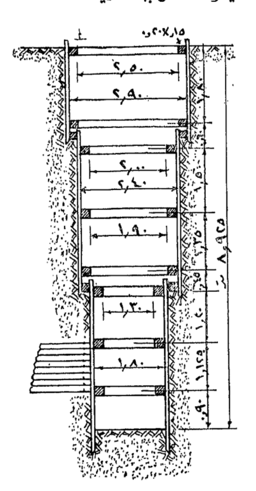
وتحفر الخنادق إما يدويا أو بالآلة وتحدد الناحية الاقتصادية والظروف المحلية أيهما أفضل للاستخدام وعندما يتساويا يفضل الحفر بالآلة للسهولة والسرعة والدقة فى الحفر .

ويجب ألا يسبق طول الحفر كثيرا عملية تركيب المواسير بالخندق ، وذلك لمنع إرباك حركة المرور دون مبرر ، علما أن بقاء الحفر لمدة طويلة (حتى يتم تركيب المواسير والردم) يعرض جوانبه للانهيار ويعطل الانتفاع بالشدة ، والطريقة المثالية لحفر الخنادق هو أن يجرى العمل فى ثلاث فرعات دفعة واحدة فى الموقع الواحد .

الفرعة الأولى يكون قد تم تركيب المواسير بها وتجربتها وجارى ردم الخندق ورفع الشدة التى تستخدم فى الفرعة الرابعة .

الفرعة الثانية يكون الحفر قد تم بها وجارى تركيب المواسير .

الفرعة الثالثة يكون الحفر بها جاريا .



شدة خشبية

شكل رقم (٣٨)

وبمجرد الانتهاء من ردم الفرعة الأولى يبدأ الحفر فى الفرعة الرابعة . . أى الأولى من مجموعة الفرعات الثلاث التالية . . . وهلم جرا .

ويستحسن لاستعجال التنفيذ أن يفتح العمل فى الشبكة فى عدة مواقع منها وما يتبع فى تنفيذ المواسير الفرعية يتبع فى تنفيذ المواسير الرئيسية والمجمعات ،

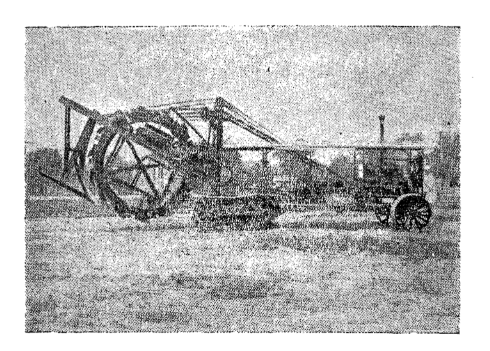
أى العمل فى ثلاث فرعات دفعة واحدة ، كما يستحسن العمل فى المجمع الواحد فى عدة مواقع منه .

ويراعى عدم تشوين ناتج الحفر او المهمات ملاصقة لجوانب الخندق بل يلزم أن تكون بعيدة عنها بما لا يقل عن ٧٠ سم للمحافظة على جوانبه من الانهيار . . وبالشوارع الضيقة يكتفى باستغلال جانب واحد من الخندق لتشوين الأتربة والمهمات فإن لم توجد مساحة وجب استخدام ناتج حفر الفرعة الرابعة فى ردم الفرعة الأولى والخامسة للثانية . . وهكذا ، ورفع زائد ناتج الحفر إلى المقالب العمومية .

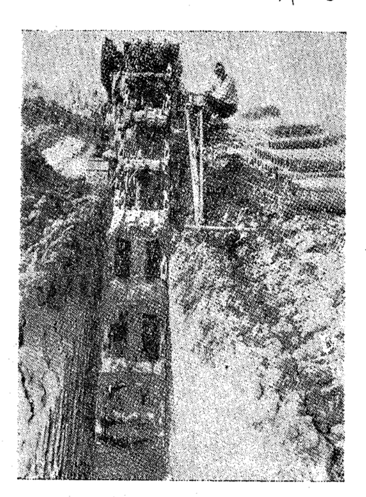
الآلات المستخدمة فى الحفر :

الآلات المستخدمة فى الحفر كثيرة موضحة بالشكل رقم (٣٩) فمنها الحفر بطريقة الجرادل المستمرة . . وهى على شكل قواديس الساقية ، وتستخدم لحفر الخنادق صغيرة العرض والعمق فالعرض حوالى ٩٠ سم والعمق لايزيد عن ٢٠ر١ مترا ، فإن زاد عن ذلك استخدمت الجرادل المركبة على سلاسل حديدية متينة شكل رقم (٤٠) وهى تحفر لعمق حوالى ٤ متر ويمكن الحفر بها للعرض المطلوب وذلك بتحريكها إلى جانبى الحفر للعمل على زيادة عرضه .

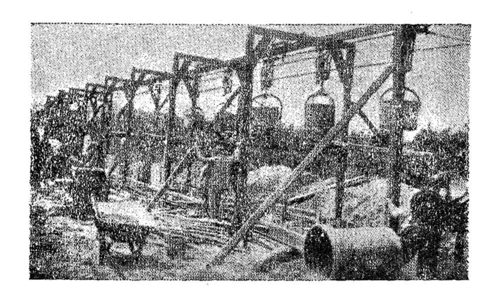
والشكل رقم (٤١) يوضح الحفر بالعربات وهى تتحرك على كابلات ، وتملأ الجرادل يدويا وكل عربة مخصص لها جردلين أحدهما يجرى ملؤه بالخندق بينما الجردل الآخر يتحرك على الكابل لنقل الأتربة وتفريغها . . ويجب الاستعداد بجرادل احتياطية ، للاستخدام عند الحاجة واحتياطى للجرادل بالعمل .



شكل رقم (٣٩) الحفر بطريقة الجرادل المستمرة



شكل رقم (٤٠) الحفر بالجرادل المركبة على سلاسل متينة



الحفر بالعربات
شكل رقم (٤١)

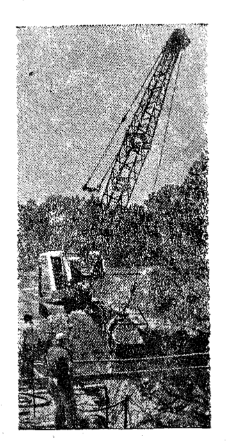
والشكل رقم (٤٢) يبين الأوناش ذات الكباش التى تستخدم للحفر ورفع الأتربة ، إما لتشوينها بالموقع أو لنقلها بالسيارات رأسا .

سند جوانب الحفر :

تستخدم الشدة الخشبية أو الستائر الحديدية عندما يخشى على جوانب الحفر من الانهيار ، أو عندما يراد منع أوتقليل تسرب مياه الرشح إلى الخندق والغالب فى الاستخدام هى الشدة الخشبية ، إلا عندما يراد منع تسرب مياه الرشح إلى حد كبير فتستخدم الستائر الحديدية .

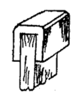
والشدة الخشبية عبارة عن أخشاب رأسية تدق تدريجيا مع الحفر باليد أو بالآلة على جانبى الحفر ، ولحمايتها من التفتت بالدق يوضع على رؤوسها طربوش من حديد الصلب شكل رقم (٤٣) وسمك هذه الأخشاب يتراوح بين ٥ر١ إلى ٠ر٤ بوصه ، وقد تفرز هذه الأخشاب وتعشق ببعضها لتقليل تسرب مياه الرشح للخندق . وطول هذه الألواح حوالى ٥ متر ويجب أن تنزل تحت منسوب أساس المواسير بحوالى مترا واحدا ويجمعها مدادات عرضية مقاس

٣×٩ بوصة . ويضغط على المدادات بدكم خشبية مقاس ٦×١٦ بوصة توضع على أبعاد ٢ متر تقريباً وتستعمل الخوابير الخشبية لإحكام وضع المدادات .



أوناش للحفر

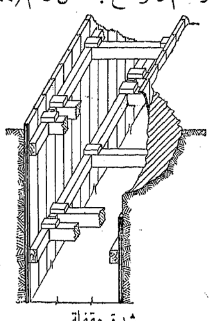
بشكل رقم (٤٢)



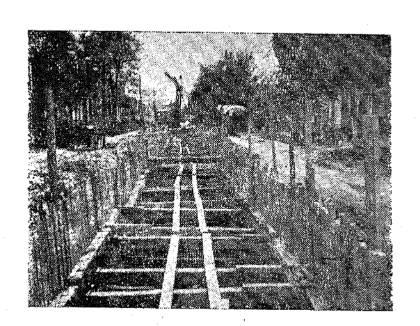
طربوش من حديد الصلب

شكل رقم (٤٣)

وفى حالة الأرض الرخوة يجب أن تكون الشدة مقفلة أما إن كانت الأرض متماسكة نوعا وتحتاج إلى شدها قليلا فيكتفى ببعض الألواح الرأسية (الغير مفرزة) لتوضع على أبعاد يحددها نوع وتماسك التربة كما يكتفى بالعدد اللازم لها من المدادات والدكم وموضح بالشكل رقم (٤٤) الشدة المقفلة .



شدة مقفلة



شدة مقفلة من الطبيعة

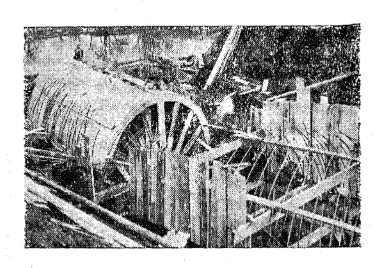
شكل رقم (٤٤)

وترفع الشدة الخشبية باليد أو الآلة وذلك أثناء الردم أو بعد إتمامه مع مراعاة ملء الفراغات الناجمة عن رفعها بالرمل ودكه بالماء للتأكد من ملء جميع الفراغات ، وفى حالة الأرض الضعيفة التى يخشى من انزلاقها عند رفع الشدة وتعرض المنشآت المجاورة لها لخطر الانهيار أو فى حالة استناد عقد ماسورة المجارى عليها ، تترك الشدة ، وإذا رغب فى الاقتصاد فيزال الجزء العلوى منها الذى لا ينجم عن إزالته أى خطرا وذلك بقطع الأجزاء العلوية من الأخشاب الرأسية باليد أو بالبلطة أو ميكانيكيا بمنشار .

السنائر الحديدية :

كما أسلفنا تستخدم السنائر الحديدية فى حالة الرغبة فى الحصول على خندق لا يتسرب إليه الماء إطلاقا فإن لم يتيسر ذلك فيكون التسرب بمقدار ضئيل ، ويمكن إحكام السنائر الحديدية وجعلها مانعة لأقصى حد للتسرب بوضع قطعة من الخشب الناعم بين قطاعات الصلب عند دقها أو تصب أى مادة جافة بين السنائر يكون من خاصيتها أن تنتفخ عندما تبل .

وتدق السنائر الحديدية وترفع برافعة تدار بالقوى المحركة والشكل (٤٥) يوضح شدة من السنائر الحديدية .



شدة من السنائر الحديدية ، وفورمة خشبية لبناء المجمع
شكل رقم ٤٥

نزح المياه من الخنادق :

يتم النزح بالطلمبات ويشترط فيها سهولة نقلها وسهولة الحصول على القوى المحركة ذاتيا أو من التيار الكهربائى المتوفر الحصول عليه بمنطقة العمل، وأن تكون المسافة بين مراوحها كبيرة تسمح بمرور الرمل والطين خلالها ، مع وضع فانوس على ماسورة المص لمنع المواد التى تعمل على سدها وعطلها .

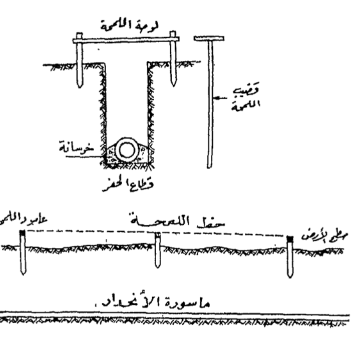
والأرض المشبعة بالماء وبالأخص ما كانت تربتها من الرمال المتحركة ، تستخدم الآبار الارتوازية لتخفيض منسوب مياه الرشح بها كما سبق أن ذكر ، ويجب رمى خرسانة الأساس فى الجفاف دون نزح مياه الخندق ، فإن لم يتيسر ذلك ترمى الخرسانة بالتغويص دون سحب أى مياه أثناء عملية صب الخرسانة (خشية سحب الأسمنت معها) وتترك حتى يتم تصلب الخرسانة ثم تنزح المياه .

وضع المواسير بالخندق ، وردمه وإعادة الرصف :

بعد أن يتم حفر الخندق إلى مايقرب من منسوب قاعه اللازم بحوالى ٥٠سم يستمر الحفر بحذر إلى أن يصل إلى أسفل منسوب أساس الماسورة وذلك باستعمال لوحة اللمحه وقضيب اللمحة .

ولوحة اللمحة عبارة عن قائمين مثبت عليهما لوح أفقى متعامد على اتجاه الماسورة ، وتثبت اللمحة على منسوب معين بحيث يكون فرق المنسوب بين كل لوحين أفقيين للوحتى اللمحة المتتاليتين معادلا لفرق مناسيب انحدار الماسورة بين هاتين النقطتين، فإذا ما مد خط وهمى بين الألواح الأفقية للوحات اللمحة المختلفة المنشأة فوق سطح الأرض حصلنا على خط موازى تماما لخط المواسير المراد وضعه تحت سطح الأرض كما هو موضح بالشكل (٤٦) ويسمى هذا الخط الوهمى بخط النظر .

وقضيب اللمحة عبارة عن شاخص له قدمة يرتكز عليها ومثبت بأعلاه



شكل رقم (٤٦)

عدة علامات خشبية بحيث تكون المسافة بين أعلاها وبين أسفل القدمة مساوية للفرق بين منسوب خط النظر ومنسوب أسفل الأساس بالخندق ، ويستمر الحفر بطول الخندق بحيث تقع باستمرار العلامة العلوية لقضيب اللمحة وهو مرتكز على قاع الحفر على خط النظر وبذا نحصل على قاع للحفر بالعمق والميل المطلوبين .

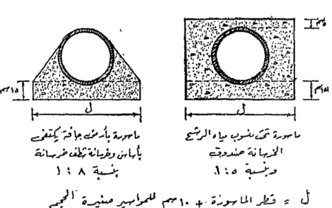
والعلامة التى تليها الثانية (أسفل السابق ذكرها) تعطى سطح الأساس ، ويحرك قضيب اللمحة على جانبى الخندق وبطوله ، وتدق خوابير على حوائط الخندق عندما تكون العلامه الثانية واقعة على خط النظر وبذا نحدد سطح الأساس .

وبعد صب الأساس توضع الماسورة ويضبط وضعها بالخندق بواسطة قضيب اللمحة فالعلامة الثالثة به تحدد العمق بين خط النظر والراسم السفلى لقطر الماسورة الداخلى ، كما أن العلامة الرابعة تحدد العمق بين خط النظر المذكور والسطح العلوى للماسورة ، وبعد ضبط الماسورة جيدا

على محورها وميلها اللازم تلحم رؤوسها ، ويجب عدم تمرير المياه بالمواسير ألا بعد تصلب لحامات رؤوسها .

أساس المواسير :

فى حالة الأرض الصلبة لا داعى لأى أساس وقد يفرش رمل حتى يستوى وضع خط المواسير ، ويمكن تثبيته فى خط مستقيم بالميل المطلوب ، أما إن كانت الأرض طينية وجب وضع فرشة خرسانة للمواسير ، وإن كانت المواسير مغمورة بمياه الرشح لفت بالخرسانة وذلك لتقليل تسرب المياه للماسورة وموضح بشكل رقم (٤٧) تطاع لماسورة بتربة طينية جافة وأخرى بتربة مشبعه بمياه الرشح .

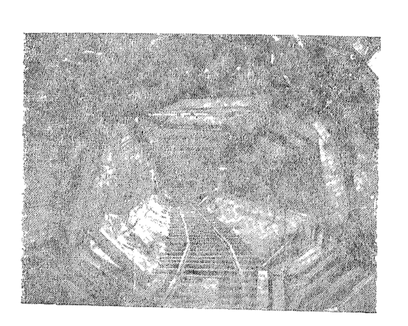


شكل رقم (٤٧)

وإن كانت الأرض طينية مشبعة بالمياه (روبة) وجب وضع دكة من الدبش قبل صب خرسانة الأساس . وإن كانت التربة ضعيفة يحتاج الأمر إلى تركيب المواسير على خوازيق تدق حتى تصل إلى الرملة الحرشه ويوصل بين الخوازيق بكمرة مسلحة لتوضع عليها المواسير ، أو يستغنى عن الكمرة وتستخدم مواسير من الصلب .

المواسير الكبيرة والمجمعات :

والمواسير الكبيرة التى يزيد قطرها عن ١٫٢٥ مترا تبنى بجمهورية مصر العربية فى مكان وضعها بالخندق وبالميل اللازم لها ، وهذه المواسير على عدة أشكال كما سبق ذكره ، ولبنائها تستعمل الفرم الخشبية شكل رقم (٤٥) أو فرم من حديد الصلب شكل رقم (٤٨) وإن كانت تكاليف الفرم الخشبية أرخص من مثيلتها الصلب ، إلا أن إمكان استخدام فرم الصلب عدة مرات أكثر من الفرم الخشبية يجعلها مع الزمن أرخص ، هذا علاوة على سهولة العمل بها .



مجمع مبنى باستخدام فرم من حديد الصلب

شكل رقم (٤٨)

صرف مياه الرشح :

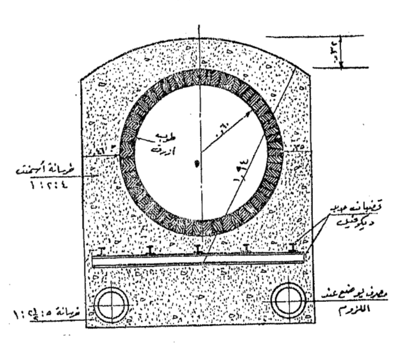
لسهولة صرف مياه الرشح تنشأ خطوط المواسير المنخفضة المنسوب قبل تنفيذ الخطوط المرتفعة حتى يتيسر صرف مياه الرشح بصفة مستمرة من الخط

المنخفض إلى المكان المسموح بتخلص مياه الرشح به سواء كان مجارى عمومية موجودة أو نهر أو مصرف أو بحر أو أى من الكتل المائية المجاورة — وفى المواسير كبيرة القطر فعلاوة على ماذكر توضع تحت منسوب الأساس مواسير من الفخار أو الأسمنت غير ملحومة الرؤوس ومحاطة بالزلط وتنحدر مع انحدار خط المواسير وذلك لتجميع مياه الرشح بها ونقلها إلى أدنى نقطة لصرفها منها، والشكل رقم (٤٩) يبين قطاع لماسورة مجمعة مستديرة منشأة بأرض رخوة مشبعة بمياه الرشح ونوضح فيما يلى كيفية إنشائها .

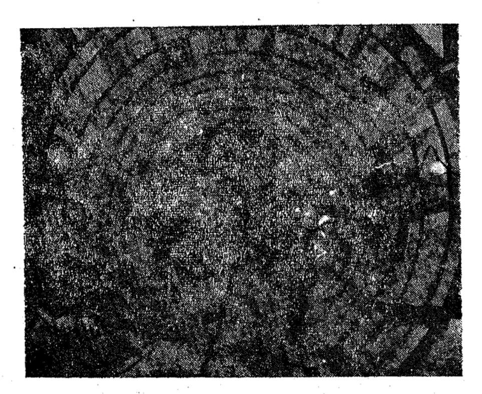
بعد أن يتم الحفر إلى المنسوب توضع طبقة من الزلط أو الحجر الصلب وتدك ثم توضع مواسير من الفخار أو الأسمنت غير ملحومة الرؤوس ومنحدرة مع خط المجمع لصرف المياه طول وقت العمل إلى أدنى نقطة بخط المجمع . ثم تصب طبقة من الخرسانة العادية وأخرى فوقها من الخرسانة المسلحة بحديد التسليح أو قضبان الديكوفيل . بعد صب الأساس توضع الفرم بارتفاع أقل قليلا من نصف قطر الماسورة ثم تصب خرسانتها ، بعد ذلك توضع الفرم للجزء العلوى الباقى المجمع لبنائه، وفى جمهورية مصر العربية لكثرة الغازات بمياه المجارى تبنى أولا بطانة لهذا الجزء من الطوب الأزرق المضغوط وعراميس من مونة الأسمنت الفوندى (لمقاومته للأحماض أكثر من الأسمنت العادى) ، ثم ترمى خرسانة هذا الجزء ، وبذا يتم بناء ماسورة المجمع .

ويبطن المجمع من الخارج بمونة سمك ٢ سم بنسبة ٢ : ١ رمل وأسمنت مخلوطة بمادة مانعة للرشح لمنع أو تقليل تسرب مياه الرشح إلى حد كبير للمجمع، وقد تستعمل طبقة عازلة لهذا الغرض كالأسفلت ، ويجب لنفس الغرض ألا يقل سمك حائط المجمع فى أى جزء من أجزائه عن ٢٥ سم تزيد مع كبر حجم المجمع إلى ٥٠ سم .

وفى حالة تسليح المجمع يجب إنشاء وصلات تمدد على إبعاد مناسبة تتراوح بين ١٠ ، ٢٠ مترا .



أساسات وبناء مجمع خرسانى



مجمع تم إنشائه

شكل رقم (٤٩)

وبنفس الطريقة تبنى الأشكال المختلفة من المجمعات كالبيضاوية وحدوة الفرس وغيرها .

ويراعى عند تعديات السكك الحديدية أو الترع أو المنشآت الهامة أن توضع مواسير المجارى داخل أغلفة من الخرسانة المسلحة سواء كانت مواسير أو غرف بشرط أن تسمح سعتها بوضع المواسير بداخلها ولمرور المشرفين عليها لإصلاحها أو تغييرها إذا لزم ، وأن تكون جدران الأغلفة بسمك وبتسليح كاف لتتحمل أقصى الأحمال الواقعة عليها .

اختبارات تسرب المياه من وإلى المواسير :

بعد إنزال المواسير فى موقعها ولحام رؤوسها ، وقبل لفها بالخرسانة يجرى تجربتها بواسطة ضغط مائى ارتفاعه للمواسير الفخار متر وتتم التجربة كالآتى :

* يسد الطرف السفلى للطول المراد تجربته بقرص أصم يلحم بالمونة أو بقرص من المطاط .
* تملأ الماسورة بالمياه .
* يركب فى الطرف العلوى قرص به فتحة تنفذ منها أنبوبة رأسية طولها متر وبأعلاها قمع .
* يتم التأكد من ملء الماسورة والأنبوبة والقمع بالمياه .
* يجب ألا ينخفض منسوب المياه بالقمع لمدة ١٥ دقيقة ، غير أنه مسموح بانخفاضه بما يوازى ٠٫٠٠١ من كمية المياه الموجودة بالماسورة ، فإذا انخفض المنسوب أكثر من ذلك وجب معاينة الخط وإصلاح اللحامات أو تغيير الماسورة التى يظهر بها أى عيب .
* يمرر بلف بالماسورة قطره أقل من قطرها ببوصة للتأكد من عدم

وجود أى عوائق بها أو هروب أى مونة لبانى من لحام الرؤوس بداخلها عملت على تقليل قطاعه .

بعد نجاح التجارب تلف المواسير بالخرسانة ثم تبدأ عملية الردم .

المواسير الكبيرة (المجمعات) تجرى عليها التجارب للتأكد من عدم تسرب مياه الرشح لداخلها إلا بالقدر المسموح به ، وتتم هذه التجربة كالآتى :

* يقفل على طرفى الخط المراد تجربته .
* يتم تفريغه من المياه أو تحديد منسوب المياه به .
* بعد ٢٤ ساعة من تفريغه أو تحديد منسوب المياه به تحسب كمية مياه الرشح التى تسربت إليه فى هذه المدة ، فإن كانت نسبة التسرب تساوى ٠٠٥ر٠ — ٠١ر٠ من مكعب الطول تحت الاختبار أمكن التجاوز عنه ، فإن زاد عن ذلك وجب معالجة العيوب بالمجمع .

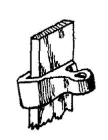
إعادة ردم الخندق :

يبدأ الردم فورا بعد تصلب اللحامات ، ويجب أن يتم بعناية حتى لا يتسبب عنه أى تحرك لخط المواسير (الحديث الإنشاء) وأن يملأ كافة الفراغات تحت وحول وفوق الماسورة ، ويدق بخفة حتى يبلغ الردم سطح الماسورة ، ويستمر الردم باليد حتى ارتفاع حوالى ١٥سم فوق الماسورة للمحافظة عليها ، بعد ذلك يدق الردم باليد على طبقات لارتفاع حوالى ٤٥ سم أخرى ، ثم تتوقف عملية الردم لمدة حوالى سبعة أيام بعدئذ يستكمل ردم الخندق على طبقات مع دكه بالمندالة وتزاد قوة الدك كلما ارتفعنا بالردم — ويجب العناية بالردم بالخنادق المحفورة بشوارع مرصوفة ، وكلما كانت حركة المرور عليه شديدة كلما وجب العناية بدك الردم والتأكد من خلوه من الفراغات ، ويتم ذلك بألا تزيد كل طبقة من طبقات الردم عن ١٥ سم ، وتدق يدويا أو آليا بمندالة

تزن حوالى ٤٠ رطلا بمسطح قدره ٣٠ بوصة مربعة ، ويمكن لزيادة العناية أن ينشأ فوق الخندق وتحت منسوب الرصف بلاطة من الخرسانة المسلحة محملة على جانبي الحفر السليم بحوالى ٣٠ سم أما الشوارع الغير مرصوفة والحقول فتعطى العناية فقط للردم حتى منسوب أعلا من سطح الماسورة العلوى بحوالى ٦٠ سم وبالطريقة السابق ذكرها .

وإن كانت الماسورة على سطح الأرض أو فوقها وجب ردمها بجسر ترابى لا يقل ارتفاعه فوقها وسمكه حولها عن حوالى متر وبميول حوالى ٣ : ٢

وترفع الشدة الخشبية قبل الردم وتستخدم القمطة لرفع الألواح الرأسية سواء يدويا أو بالونش والشكل رقم (٥٠) يوضح شكل القمطة ، وإن خشى على التربة من بعض الانهيار ترفع الشدة مع ارتفاع الردم فإن كانت التربة رديئة وخشى من التأثير على المنشآت المجاورة فتترك الشدة كما سبق ذكره .



قمطة من حديد الصلب

شكل رقم (٥٠)

وقد تستخدم المياه مع دك الردم غير أنه لا ينصح باستخدامها إلا بمقدار قليل عندما يكون الردم من الرمل ، أما الردم بالطينة أو ما يشابهها من مواد فينصح بعدم استخدام الماء ، إذ أن هذه المواد تنكمش عند جفافها .

وعلى كل يجب عدم استخدام الماء على مواد الردم لارتفاع حوالى ٦٠ سم فوق سطح الماسورة ، وأن يتم الردم بمواد يمكن أن تملأ جزئياتها جميع

الفراغات ، وإن كان دكها على الناشف أفضل بكثير من الردم مع استخدام المياه إذ أن المواد المبللة تزيد الحمل على المـاسورة وقد تسبب لها الشروخ .

وقد يزال ناتج الحفر من الشوارع بمجرد استخراجه من الخندق لمنع تسرب الأتربة على المـارة والمساكن المجاورة ومنع إعاقته لحركة المرور ، ثم يردم الخندق بعد ذلك برمل نظيف يستورد للموقع غير أن هذه الطريقة كثيرة التـكاليف .

ويلزم إنشاء حاجز من الخيش أو غيره على حد تشوين الأتربة مع سرعة العمل على إعادة الردم ورفع أولا بأول الأتربة التى ينتظر أن تزيد عن حاجة الردم ،ولإعادة الردم بناتج الحفر يجب إزالة المواد التى لا تملأ الفراغات كالحجارة وما يماثلها ، وألا يردم بالطينة المبتلة إلا بعد تمام جفافها .

بعد تمام الردم وتركه مدة كافية مفتوح لحركة المرور يرصف الخندق إن كان ذلك مطلوبا وتحاسب الشركة المنفذة عن إعادة الرصف لعرض الخندق بالضبط وما يزيد فعلى حساب الشركة إلا إذا نصت شروط العقد على خلاف ذلك أو كان سبب زيادة عرض الحفر ناجم عن ظروف قهرية استوجبها العمل ولا دخل للشركة بها .

ويجب إثبات حالة رصف الطريق قبل البدء فى الحفر وكذا حالة المنازل المجاورة وتصوير ما يلزم منها ، وصلب المبانى التى يخشى عليها من الانهيار نتيجة دق الشـدة أو الحفر وإخلاء المساكن فى حالة الخشية على الأرواح مع دفع اللازم من التعويضات .

أغراض وطرق حفر الأنفاق

لمواسير المجارى

تستخدم الأنفاق لتجنب حفر الخنادق العميقة المكشوفة اللازمة لأعمال المجارى ويحدد استخدامها :

١ — نوع تربة الأرض .
٢ — الرغبة فى عدم تعطيل حركة المرور بالشوارع الهامة .
٣ — العوامل الاقتصادية بمقارنة التكلفة بين الحفر بالأنفاق والحفر بالخنادق المكشوفة .

ومن الخبرة بالولايات المتحدة الأمريكية ، وجد أنه من الأفضل إنشاء الأنفاق فى التربة الجافة وللأعماق التى تزيد عن ٢٧ مترا . . أما فى التربة الصخرية فتنشأ الأنفاق لأعماق ٥ر٤ متر وأقل . . وفى التربة ذات الرمال المتحركة فأحيانا ما يكون اقتصاديا إنشاء الأنفاق لأعماق ٦ متر وأقل .

وقد لا تراعى العوامل الاقتصادية وتنشأ الأنفاق لتفادى حركة المرور الشديدة وتفادى المنشآت الكثيرة القريبة من سطح الأرض .

وتوصل المنازل على الفرعات العميقة بالأنفاق بواسطة هدارات بالآبار .

تنفيذ الأنفاق :

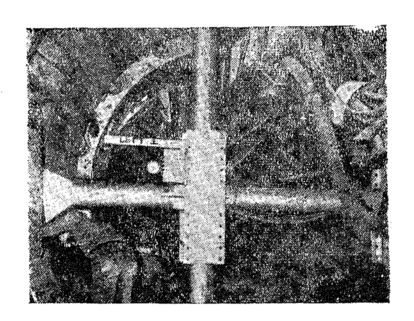
ولتنفيذ النفق يبدأ أولا بحفر آبار بعمق كاف للسماح بوضع المواسير على المناسيب المقررة لها . وبعرض كاف يسمح بنزول المواسير وباقى المهمات والآلات اللازمة لتنفيذ النفق .

وتنشأ الآبار بحفرها باليد مع سند حوائطها بشدة محكمة أو بالتغويص بالأرض الغير صخرية وذلك بإنشاء قيسون من الخرسانة تصب حوائطه على حطات كل منها حوالى ٤ متر ولها قاطع بأسفلها من الحديد الزهر أو الصلب ، ولتغويص القيسون توضع فوقه أحمال ليغوص فى الأرض بثقله ويعاون على سرعة التغويص الحفر بقاعه ويترك القيسون ويستخدم كمطبق للنزول إلى النفق بعد إنشائه — وإن تعدد الآبار يفيد أثناء التنفيذ لإخراج ناتج الحفر وتسهيل سبل الدخول إليه والخروج منه ، ولصعوبة وزيادة تكاليف هذه الآبار يجب ألا تقل المسافة بين كل بئر أو قيسون وآخر عن ١٥٠ متر .

ولحفر النفق بالتربة الغير صخرية ينشأ (على كل حوالى مترين من طوله) صلبة قوية من الأخشاب يوصل فيما بينها بشدة خشبية محكمة . . وإن وجد أى فراغ بين الشدة وحوائط النفق تملأ فورا بإحكام ، وتنشأ الشدة تدريجيا أثناء عملية الحفر أو بعد حفر كل ثلاثة أمتار . . وقد تستخدم شدة من الصلب تشق طريقها بالنفق بالضغط ، وهى لا تحتاج إلى متاعب إنشاء الشدة الخشبية وقطرها أكبر من قطر الماسورة المراد تركيبها بالنفق أو بنائه وتحفر التربة أثناء عملية ضغط الشدة . والشكل رقم (٥١) يوضح شدة داخل نفق .

أما التربة الصخرية المتماسكة فلا تحتاج إلى شدة ، وقد يرى من باب الاحتياط إنشاء شدة ضعيفة لوقاية العاملين إن خشى من تساقط أحجار من حوائط التربة .

وإن كان بالتربة مياه رشح غزيرة استعين بضغط الهواء بقوة تمنع تسربه إلى الخندق ، ويجب ألا تزيد قوة ضغط الهواء عن حوالى ٤٠ رطل على البوصة المربعة ليتحمله العاملون ولا يمنعهم عن العمل ، ولحفظ الضغط داخل النفق تنشأ غرفة أو غرف (حسب قوة الضغط) تقفل بإحكام بواسطة



شـــدة داخل نفق

شكل رقم (٥١)

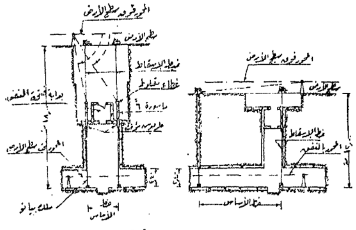
ضغط الهواء بالنفق وإن أريد فتحها عمل على تساوى الضغط على جانبى باب الغرفة فيفتح بسهولة .

وأى نفق يزيد طوله عن ١٥ مترا يجب تهويته ، والهواء النقى اللازم للفرد هو ٧٥ قدم³ / الدقيقة — وإذا وجد بالخندق غازات أو كانت الحرارة به شديدة احتاج الأمر إلى مضاعفة كمية الهواء خمسة أو ستة أمثال الكمية المذكورة لتخفيف الغاز أو تبريد الجو داخل النفق .

والحفر يتم بآلات متعددة تختلف أنواعها باختلاف التربة وأساس عملها هو قطع تربة النفق بأسرع وأسهل وسيلة ممكنة .

وضع المواسير بالنفق :

لوضع المواسير بالنفق ، يحدد محور خط المواسير على سطح الأرض عند الآبار وتسقط هذه المحاور لقاع البئر ، كما هو موضح بالشكل (٥٢) ويستمر



الحفر بطريقة الأنفاق
وتحديد محور خط المواسير بداخلها

شكل رقم (٥٢)

الحفر للنفق طبقا للمحور الذى تم إسقاطه ، وللتأكد من أن خط المواسير متجها فى اتجاهه الصحيح تنشأ جسة من المحور بسطح الأرض وعلى بعد ٥٠ مترا من البئر ، فإن تلاقت مع محور الحفر بالنفق كان الاتجاه صحيحا وإلا وجب التعديل .

أما باقى ما يلزم من لحام المواسير وردم النفق وإعادة الرصف فهو مماثل لنظيره بالخنادق مع اختلاف فى الظروف المحيطة ، والردم بالأنفاق أصعب لصغر حجم الفراغ بها وعادة ما تترك الشدة بالنفق ، ويتم دك الردم بمندالات خاصة .

صيانة شبكة مواسير المجارى

من أهم ما يجب أن يعتنى به لصيانة شبكة مواسير المجارى هو حفظها نظيفة دون وجود أى عوائق بها .

ويجب موالاة التفتيش عليها وقياس معدل تصرفها ونظافتها بالتطهير المستمر وعمل برنامج زمنى للتطهير اليدوى والميكانيكى وتحرير تقرير أسبوعى بما يتم ، وإجراء ما تحتاج اليه من ترميم أو صيانة سنوية أو دورية مع دهان أعمالها الحديدية مرة كل عام ، ومنع حدوث انفجار بها ، وتهويتها ، والتفتيش على وصلات المنازل . . وعموما اتخاذ كافة ما يلزم لها من عناية ورعاية حتى تضمن سلامتها وقيامها بواجبها على الوجه الأكمل .

ومن أهم ما يجب ملاحظته بشبكة المواسير عدم ركود المياه بها وارتفاعها بالآبار سواء كان ذلك نتيجة لسوء الاستخدام أو الزيادة التصرف عن قدرة سعة المواسير أو ضعف قدرة محطات الرفع ، إذ أن هذا الركود يساعد على الترسيب بالشبكة واختناق أقطار مواسيرها وبالتبعية زيادة الحالة سوءا ، مما ينجم عنه الطفح ، ولذا يجب العمل على ملافاته إما بالتطهير أو بتدعيم شبكة المواسير أو محطات الرفع .

ومعظم متاعب الشبكة تنجم عن الترسيب بها واختناق قطاعاتها أو انسدادها ، أو حدوث أى كسر بها نتيجة قدمها أو تحرك الأرض من تحتها لأى من العوامل ، أو التلف بلحامات رؤوسها ، كما أنه من المتاعب تكوين الغازات الضارة بالشبكة .

وتطفح مياه المجارى بالشوارع نتيجة لسوء الاستخدام أو لعدم الصيانة أو التعدى على المرفق أو عدم كفاية قطاع المواسير لنقل التصرف أو ضعف

محطات الرفع . ومن أمثلة سوء الاستخدام والصيانة والتى سبق ذكر بعضها هو الآتى :

— خلل الأجهزة الصحية بالمبنى أو استخدامها لصرف مواد مكانها صفيحة القمامة .

— وصول الرمال والأتربة عن طريق البالوعات عند قيام بعض عمال النظافة بالتخلص من بعض قاذورات الشوارع بإلقائها بالبالوعات بدلا من نقلها للمقالب العامة .

— بعض الأهالى المحرومة منازلهم من التوصيل على المرفق يستخدمون البالوعات للتخلص من مخلفاتهم السائلة المحملة بكثير من المواد القابلة للرسوب وهى عبارة عن فضلات وقاذورات منازلهم .

— قيام كثير من نازحى خزانات تحليل المنازل بالتخلص من ناتج تطهيرها فى آبار المجارى بدلا من نقلها الى الأماكن المخصصة لها .

— ضياع أغطية غرف التفتيش للمبانى وعدم قيام الملاك بوضع بديل لها (سواء من الخرسانة أو من الصاج أو الحديد) مما يكون سببا لتعرضها لرمال وأتربة الطريق ، هذا علاوة على عبث الأطفال وإلقائهم القاذورات بها ، وقد يصل بهم الأمر إلى ردمها كلية ، وبذا ينقطع توصيل المبنى بالمجارى العامة .

— تلف الأعمدة الرأسية الصارفة لمخلفات المبنى السائلة فتسيل منها المخلفات إلى الشوارع مباشرة .

— سرقة أغطية الآبار لتصبح الآبار بذلك فتحات بالشوارع ينجم عنها الحوادث سواء للراكبين أو الراجلين هذا علاوة على ما يصل من خلالها من قاذورات إلى شبكة المواسير فتعمل على انسدادها وبالتبعية طفح مياه المجارى بالمنطقة .

— عدم تنظيف غرف حجز الزيوت أو الشحوم أو الترسيب مما يتم

حجزه بها ، فتتراكم بها هذه المواد وأخيرا تندفع إلى الشبكة مسببة انسدادها وبذا ينتفى الغرض من إنشائها ويصبح أمراً شكلياً دون أى استفادة منها .

— التعدى على المرفق أو توصيل المبانى خلسة إلى المجارى العامة وبطريقة غير سليمة مما يتسبب فى كثرة انسداد المواسير عنـــد التوصيلة أو هبوطها وبالتبعية انهيارها .

— توصيل المبنى قبل إتمام تشطيبه مما يكون سببا فى وصول مواد البناء كالجير والرمل وغيره إلى شبكة المواسير والعمل على انسدادها .

هذه هى غالبية أسباب انسداد الشبكة ويجب العمل على تلافيها قبل حدوثها، وذلك برفع الوعى بين المواطنين ، واستخدام أغطية لا تكون مطمعا للسرقة كالأغطية الخرسانية العادية أو المسلحة ، ولصعوبة ما يلاقيه الملاك كل منفردا فى نقل ما تحجزه غرف مبانيهم من رواسب وشحوم يفضل أن تقوم الجهة القائمة على أعمال المجارى بتطهير هذه الغرف ونقل مخلفاتها إلى المقالب نظير الأجر المناسب من الملاك ، تضمين القانون العقوبات الرادعة للمخالفين، وقيام الجهة المسئولة فورا بإجراء ما يلزم للأعمال الصحية الداخلية للمبنى من إصلاحات أو تركيب بدل فاقد على حساب الملاك وتحصيل التكاليف بالطريق الإدارى ، المساهمة الفعالة المجدية من رجال الشرطة بمنع أى عبث بالمرفق سواء بالسرقة أو التوصيل خلسة أو إلقاء القاذورات سواء بالبالوعات أو المطابق .

ويجب بجانب ذلك أن تراعى الجهات المسئولة أن تكون الشبكة قادرة دائماً على استقبال ما يصل إليها من تصرفات بكفاءة تامة وأن تسهر على صيانة الشبكة أولا بأول وأن يتم التشغيل على أكمل وجه ، ومراعاة مقابلة إهمال المواطنين بالعمل بصفة دورية على تنظيف شبكة المواسير . وإن خشى من من اختراق جذوع الأشجار لوصلاتها يجب لف الوصلات بحلقات من النحاس .

ويتم التنظيف إما يدويا أو ميكانيكيا :

التنظيف اليدوى :

يتم التنظيف اليدوى بعدة طرق أهمها طريقة التطهير بالملاس وهو عبارة عن اسطوانة من الخشب أو الحديد تلف بالخيش حتى لا تؤذى بدن الماسورة وقطره الكلى الخارجى يقل عن قطر الماسورة بحوالى بوصة وطريقة عمل الملاس كالآتى :

١ — يربط حبل متين بخيرزان ، ويمرر الخيرزان من بئر إلى البئر الذى يليه ومنه يسحب الحبل إلى سطح لأرض .

٢ — يسحب الخيرزان إلى البئر الأول حيث يربط الملاس من أحد طرفيه بالحبل الذى تم تمريره ومن الطرف الآخر بحبل آخر يخرج إلى سطح الأرض من البئر الأول .

٣ — بذا نحصل على حبل مربوط بوسطة الملاس وخارج من كل من البئرين المتتالين المراد تنظيف خط المواسير الواقع بينهما .

٤ — يشد الحبل من كل من طرفيه فيتحرك معه الملامس كاسحا أمامه ماقد يكون بالماسورة من رواسب وينقلها إلى كل من البئرين .

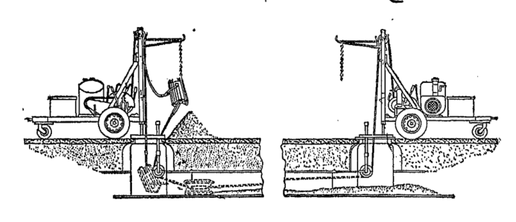
٥ — من البئرين ترفع الرواسب يدويا (بواسطة جرادل) وتنقل إلى المقالب .

التنظيف الميكانيكى :

ويتم بعدة طرق منها :

١ — طريقة الجرادل وهى مشابهة تماما لطريقة الملاس إلا أنه يستخدم سلك بدلا من الحبل وجردل بدلا من الملاس ويشد السلك من طرفيه بوحدتين

آليتين ، يفتح قاع الجردل عند جذبه لملئه بالرواسب من خط المواسير ، فإذا ما جذب من الطرف الآخر للسلك قفل القاع وخرج الجردل حتى يعلو سطح الأرض ويفرغ حمولته فى لورى (أو صناديق مرتفعة لتوفير اللوريات) ويمر لورى على نقط العمل المختلفة ويفرغ به حمولة ما قد يكون قد ملىء من هذه الصناديق بالمواقع المختلفة . شكل رقم (٥٣) .



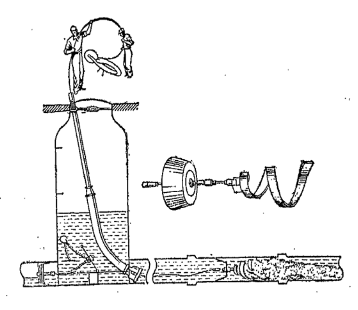
شكل رقم (٥٣)

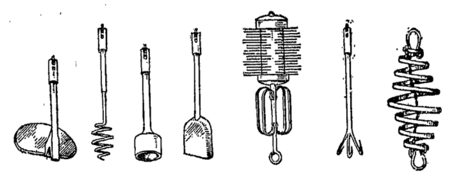
٢ — دفع المياه بقوة من أحد الآبار لكسح ما بها من الرواسب إلى الآبار لرفعها يدويا منها .

أما إن كان بخط المواسير سدد فيمكن تسليكه يدويا بالخيرزان أو قضبان البلاستيك أو السلك المرن أو سلك مرن قوى بنهايته بريمة شكل رقم (٥٤) وقد يدفع هذا الأخير بواسطة قوى كهربائية لإحداث فجوة بالسد لتعمل المياه الجارية بالشبكة باقى العمل وتزيل السد ، وإن كان السد صلبا أصم لم يتيسر إزالته بأى من الطرق ، يحدد موقعه بالخيرزان من كلا البئرين ويحفر عليه وتزال الماسورة التى بها السد وتستبدل بغيرها .

ولإمكان تغيير الماسورة يجب تحويل المياه عنها ويتأتى ذلك كالآتى :

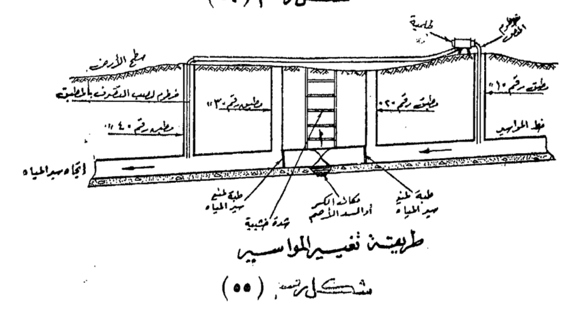
نفرض أن السد الأصم الذى لم يمكن إزالته تحدد موقعه عند النقطة (ا) شكل رقم (٥٥) .





بعض الآلات التى توضع بنهاية السلك المرن القوى لاختراق السدود

شكل رقم (٥٤)



طريقة تغيير المواسير

شكل رقم (٥٥)

* تسد فتحتى الماسورة فى اتجاه المياه بالفرعة عند البئرين رقم ٢ ، ٣ .

* تركب طلمبة ماصة كابسة عند البئر رقم (١) ترفع التصرفات الواردة بالخط إلى البئر رقم ٤ لعدم تعطيل صرف المخلفات السائلة للمبانى المنتفعة بالخط .

* تسحب المياه من الفرعة ٢ — ٣ .

* يحفر خندق بطول حوالى ٤ متر فوق النقطة (ا) .

* تزال الماسورة التى بها السدد ويركب غيرها ويردم عليها ويعاد الرصف .

* ترفع السدود وتسير المياه كما كانت أصلا .

وما يتبع من خطوات تنفيذية لإزالة السدود الصماء يتبع فى تغيير المواسير التى قد يحدث بها كسر لأى من الأسباب .

ويدل على السدود ارتفاع المياه بالآبار قبل السد عنها بالآبار التى تليه أو ظهور طفح من أوصا بئر منسوبا يقع قبل السد .

ويدل على الكسر نفس الأسباب التى تدل على السدود أو هبوط فى منسوب الشارع عند نقطة كسر المواسير .

ومن أهم عوامل إجهاد الشبكة هو التبذير فى استخدام المياه أو الخلل بأعمالها الصحية الداخلية والإهمال فى إصلاحها لإمكان أحكام قفلها ، والفاقد الناجم من هذا الإهمال والإسراف قد يصل إلى ٥٠ ٪ من حجم الاستهلاك مما يزيد الحمل الواقع على مرفق الصرف الصحى دون ما داعى أو ضرورة .

ويجب مراعاة الشروط والمواصفات اللازمة للأعمال الصحية الدخلية والمخلفات السائلة التى تصرف بالمجارى العامة ، كما سبق ذكره مع عدم السماح

بتسرب غازات قابلة للاشتعال وبالأخص من المؤسسات الصناعية وسيوضح ذلك تفصيلا فى باب التخلص من مخلفات الصناعة .

الاحتياطات الواجب توافرها قبل الدخول فى شبكة المجارى :

إن ما يتعرض له عمال صيانة المجارى من خطورة يزيد عما يتعرض له عمال المصانع فنسبتها أعلى فى المتوسط بحوالى ٣٥٪ ومعظم الخطورة تنجم عن الاختناق بغازات المجارى ، لذا يجب أخذ الاحتياطات قبل نزول أى شخص فى مواسير المجارى وبالأخص كبيرة الحجم منها أو العميقة . وأهم هذه الاحتياطات ما يأتى . —

١ — التهوية : بفتح أغطية آبار المجارى فى المكان المراد النزول فيه .

٢ — سحب الغازات وخلق تيار من الهواء النقى وذلك بشفط الهواء بالخط بماكينة تهوية وبالأخص عند تواجد غازات أثقل فى الكثافة النوعية من الهواء فلا تخرج هذه الغازات من الخط بكشف آباره بل يلزم شفطها منه وخلق تيار من الهواء النقى به .

والجدول الآتى يوضح بعض خصائص لبعض الغازات التى توجد بشبكة المجارى :

اسم الغاز	نسبة كثافته النوعية للهواء	حدود قابليته للاشتعال ومقدارا بنسبته المئوية بالحجم فى الهواء		خواصه	تأثيره الفسيولوجى	النسبة المئوية لأقصى تركيز مأمون بالحجم بالهواء (لا خطر منه)
		أقل	أقصى			
أمونيا	٠ر٦٠	—ر١٦	صفر	(ا)	(١)	٠ر٠٣
ثانى أكسيد الكربون	١ر٥٣	صفر	صفر	ب ، ج ، د ، هـ	(٢)	٢ — ٣
مونوكسيد الكربون	٠ر٩٧	١٢ر٥	٧٤ر٢	ج ، د ، هـ ، ز ، ح	(٢) (٣) (٧)	٠ر٠١
كلورين	—	—	—	(ا)	(١) (٩)	٠ر٠٠٠٤
اثين	١ر٠٥	٣ر١	١٥ر٠	ب ، ج ، د ، هـ		
إيدروجين	٠ر٠٧	٤ر٠	٧٤ر٢	ب ، ج ، د ، هـ	(٢)	
جاسولين	٣ — ٤	١ر٣	٧ر٠	(ا)	(٤) (٦)	١ر٠٠
كبريتون الإيدروجين	١ر١٩	٤ر٣	٤٦ر٠	ج ، ح ، ط	(٥) (٨)	٠ر٠٠٢ — ٠ر٠٢
ميثين	٠ر٥٥	٥ر٠	١٥ر٠	ج ، د ، هـ ، ب	(٢)	
نتروجين	٠ر٩٧	صفر	صفر	ج ، د ، هـ ، ب	(٢)	
فوسفين		ى		(ى)		
ثانى أكسيد الكربون				(ا)	(١) (٢)	٠ر٠٠٥

١ — يسبب التهابا للعيون .　　٢ — خانق .　　٣ — مخادع خطر .

٤ — يسبب خمول عند درجة تركيز ٤ر٢ ./ كما يسبب صداع وغثيان .

٥ — يسبب الالتهاب — سام — يشل جهاز التنفس .

٦ — بتركيز ١ر١ ./ يكون خطيرا حتى ولو كان التعرض له لوقت قصير .

٧ — بتركيز ٢ر./ يسبب غيبوبة — بالتعرض له ٣٠ دقيقة.

٨ — بتركيز ٢ر./ يسبب الوفاة بالتعرض له دقائق قليلة .

٩ — سام جداً

(ا) له رائحة خاصة به .　　(ب) غير سام .　　(حـ) عديم اللون .　　(د) عديم الرائحة .

(هـ) عديم الطعم .　　(ز) لايسبب الالتهاب .　　(ح) سام .

(ط) بدرجة تركيز صغيرة له رائحة خاصة به تشبه رائحة البيض الفاسد .

(ى) يشتعل بمجرد تعرضه للهواء — خطير .

٣ — بعد التأكد من التهوية وعملية الشفط والتأكد بالملاحظة أو التحليل عدم وجود غازات مفرقعة ، يدلى بالبئر فانوس مضاء أو أى جسم مشتعل كورقة مثلا فإن احترقت وأضاءت فمعنى ذلك وجود الأكسيجين وأن هناك أمان لمن ينزل ، أما إن خبا نوره أو انطفأ فمعنى ذلك الحاجة إلى مزيد من التهوية للمزيد من الأكسيجين بالخط ، وعلى كل فللأمان يجب أن يزود النازل بكمامة لاستنشاق الهواء النقى وأن يربط بحبل من تحت إبطيه حتى يتيسر لاثنين أشداء من الرجال يجب تواجدهم على السطح بجوار البئر لرفع النازل فورا فى حالة أى خطر من الإغماء أو بدء الاختناق .

ويجب وبصفة مستمرة مهما كانت المواسير كبيرة أو صغيرة تواجد شخص بجوار البئر على السطح طالما وجد بداخله أى من العمال مع وضع اللافتات لتنبيه حركة المرور بأن هناك بئر يجب تفاديه .

تحديد مواقع الآبار وفرعات المجارى التى ضاعت معالمها من سطح الأرض:

فى حالة ضياع معالم الآبار بتغطيتها بأعمال الرصف وعدم وجود خرائط يمكن بها الاستدلال عليها يجب البحث عنها فى الأماكن المتوقع إنشائها بها كتقاطع الطرق أو نقطة تغيير الاتجاه ، والاستعانة كذلك بجهاز مشابه للأجهزة المستخدمة فى البحث عن المناجم وبذا يمكن الاستدلال على مكان أغطية الآبار .

وللعثور على خط مجارى معلوم فتحة منه وباقى فتحاته قد اختفت ولا توجد خرائط يمكن الاستدلال منها على موقعه ، يستخدم إما شريط صلب مرن يمرر بالفتحة مع استعمال جهاز خاص يستدل به على خط سير الشريط ، كما يمكن الاستدلال على خط المواسير بالضرب على الماسورة عند الفتحة ، ويتتبع

الصوت إما بالسمع المجرد أو باستخدام جهاز حساس مكبر للصوت ، ومن زيادة وضوح الصوت وضعفه يمكن تحديد محور خط المواسير .

ويلزم توقيع جميع ما يتم إنشائه بالشبكة تفصيلا بالخرائط والاحتفاظ بها للرجوع إليها عند اللزوم، وعدم الاكتفاء بالخرائط التصميمية إذ كثيرا ما يحدث تغير سواء بسمك الأساسات أو نوعها أو للميول أو للأقطار أو أى تغير لاتجاه المحاور أو بنقل موقع الخط من شارع لآخر أو غير ذلك من التعديلات التى تقتضيها ظروف التنفيذ .

الباب الخامس

محطات الرفع ومحطات ضغط الهواء

الأساس فى نقل مياه المجارى من المبانى حتى مكان التخلص منها هو أن تسير بالانحدار الطبيعى. ولاعتبارات فنية أو اقتصادية أو كليهما يضطر فى بعض الحالات إلى رفعها بمحطات رفع ومن هذه الحالات الآتى :

١ — وجود بعض مناطق بالمدينة منبسطة مما يستدعى لتنفيذ شبكة مواسير مجاريها بالانحدار أن تصل إلى أعماق كبيرة تزيد كثيرا فى تكاليف إنشائها أو قد يصعب فنيا تنفيذها مع المحافظة على سلامة المبانى المجاورة لها وبالأخص إن كانت هذه المبانى ضعيفة الإنشاء أو مقامة على شوارع ضيقة الاتساع أو كانت التربة المنشأة عليها مشبعة بمياه الرشح أو كانت رمال متحركة — فى مثل هذه الحالات من الأفضل فنيا والأوفر اقتصاديا تجميع شبكة مواسير هذه المناطق فى أنسب نقطة بها (يراعى فى اختيارها الناحية الاقتصادية وألا يزيد أعمق خط لشبكة مواسير المنطقة عن الحد الذى يحافظ على سلامة المبانى) وإنشاء محطة لرفع مخلفاتها ونقلها لأقرب ماسورة مجمعة تسير بالانحدار .

٢ — عند وجود منطقة بالمدينة منخفضة المناسيب عما يجاورها من مناطق مما لا يستقيم معه تخفيض جميع مناسيب شبكة المدينة لصرف هذه المنطقة بالانحدار لذا تجمع المخلفات السائلة لهذه المنطقة فى أنسب نقطة بها ورفعها إلى شبكة مواسير المدينة .

٣ — وجود منطقة من المدينة آهلة بالعمران غير أنها منعزلة عنها بمسافة طويلة بأرض فضاء مثلا ولا ينتظر تعميرها لعدة سنين مقبلة ويراد توصيل هذه المنطقة لشبكة مجارى المدينة (لأنه الحل الأمثل لصرفها) فى مثل هذه

الحالة يستحسن تجميع المخلفات السائلة للمنطقـــة ورفعها ونقلها لشبكة مجارى المدينة .

٤ — وصول مواسير الشبكة إلى مكان أحواض المعالجة على منسوب منخفض لا يسمح بإنشاء وحدات المعالجة المختلفة على مناسيب عملية اقتصادية معقولة ، لذا يجب فى مثل هذه الحالة رفع التصرف .

وبالمثل إن وصلت مياه المجارى عند الكتل المائية التى ستصرف بها على منسوب منخفض لا يسمح لها بالصرف وجب إنشاء محطة لرفعها لإمكان صرفها .

٥ — وجود بدرومات أو منشآت واطئة المنسوب عن شبكة مواسير المجارى الممتد أمامها أو القريبة منها ومطلوب توصيلها عليها فلا حل إلا برفعها لمنسوب يسمح بصرفها بها .

ومحطات الرفع من حيث كمية التصرف نوعان :

(ا) محطات صغيرة لرفع مياه المناطق .

(ب) محطات كبيرة لرفع تصرفات المواسير الرئيسية (المجمعات) .

واصطلح على تسمية الأولى بمحطات رفع المناطق أو الفرعية والثانية بمحطات الرفع الرئيسية .

ما يجب مراعاته عند تصميم محطات رفع مياه المجارى :

١ — يجب أن تشمل محطات الرفع الفرعية على وحدتين على الأقل ويستحسن أن تكون ثلاث أو أربع وحدات حتى إن وجدت وحدة بالعمرة توفرت وحدة للاحتياطى وأمكن تشغيل وحدتين إحداهما بقدرة تمكنها من رفع أدنى سيب الطقس الجاف بينما الاثنتين معا يمكنهما فى يسر رفع أقصى تصرف سيب الطقس الممطر .

ويستحسن أن تكون قدرة الوحدات الأربع كالآتى :

— وحدتين قدرة كل منهما تمكنها منفردة من رفع وطرد أقصى تصرف يرد للمحطة .

— وحدة قدرتها رفع متوسط التصرف الواصل للمحطة .

— وحدة قدرتها رفع أدنى تصرف يصل للمحطة .

وبهذا تتوفر للمحطة المرونة والتشغيل الاقتصادى السليم وضمان رفع التصرفات فى الظروف المختلفة سواء كانت تتعلق منها بتذبذب التصرف أثناء اليوم أو عطل أى وحدتين معا وفى وقت واحد .

٢ — يجب العمل على تغذية المحطات بالكهرباء من مصدرين على الأقل ، وزيادة فى الاحتياط تزود المحطات الصغرى بوحدة تدار بالديزل ، أما المحطات الكبرى فعلاوة على الاحتياط بتغذيتها بالكهرباء من أكثر من مصدر وتزويدها بعدد من الوحدات التى تدار بالديزل فيجب إنشاء محطة خاصة لتوليد الكهرباء ،

٣ — يجب عند تصميم المحطات وشبكاتها مراعاة مرونة تشغيلها بحيث يمكن فى حالة عطل أحد المحطات أن تقوم المحطات الأخرى بعملها حتى يتم إصلاحها .

٤ — من أهم ما يجب أن يعنى به فى اختيار الطلمبات أن تكون سهلة الإدارة والصيانة ، ويلى ذلك فى الأهمية ارتفاع كفاءة تشغيلها وقلة استهلاكها للقوى المحركة وطول مدة عمر تشغيلها .

٥ — يراعى أن تكون الطلمبات والمحركات من نوع واحد لتسهيل عملية صيانتها ، وأن تكون المسافة بين مراوحها بسعة كافية تمنع انسدادها .

٦ — ضرورة إنشاء بيارة للمحطات الكبيرة بسعة تبلغ حوالى كمية التصرف الوارد للمحطة فى مدى دقيقتين وللمحطات الصغيرة بسعة حوالى عشر دقائق .

٧ — يجب أن تزود البيارة بشبك المسافة بين قضبانه حوالى ٢ بوصة وقد تزود كذلك بقاطع وذلك بغرض قطع وحجز المواد كبيرة الحجم كقطع الخشب والأعشاب من الوصول إلى مراوح الطلمبة وسد فتحاتها ، ويستحسن لو أمكن إنشاء حوض راسب رملى لترسب به المواد الغير عضوية كالرمال ومنعها من الوصول إلى الطلمبة ونحر أجزائها .

٨ — ضرورة عمل الترتيب لتنظيف الشبك وغرف الراسب الرملى الغير عميقة يدويا أو آليا ، أما إن كان الشبك أو الغرف عميقة وجب تنظيفها آليا كما يجب عمل الترتيب اللازم لتصفية هذه الرواسب من المياه وتخزينها إلى وقت قليل دون أن ينتشر منها أى رائحة كريهة بالموقع حتى يتم رفعها بلوريات يمكن إحكام قفل أسطحها وجوانبها .

٩ — يجب تزويد البيارة بعوامة لها مؤشر بغرفة الماكينات لتوضيح تذبذب المياه بها — كما يمكن تزويدها بعوامات متصلة بمقومات لتشغيل الوحدات أو إبطالها آليا تبعا لزيادة التصرف ونقصه .

١٠ — تزويد المحطة بماسورة فائض لمنع المياه من الوصول إلى الطلمبات وصرفها مباشرة إلى أى كتلة مائية مجاورة وذلك عند وجود خطورة على المحطة من غرقها بالمياه — وأن خطورة تلوث الكتلة المائية فى حالة الاضطرار أخف وطأة من الخطورة على المحطة وتعطلها .

١١ — الشبك وغرفة التصفية وغير ذلك من المنشآت التى تمر بها مياه المجارى قبل الدخول للطلمبات يجب أن تنشأ فى مبنى خاص ومدخل خاص بها واتخاذ ما يلزم لتهويتها مع مراعاة منع أى رائحة تصل منها لعنبر الماكينات أو المنطقة المجاورة .

١٢ — تركب الطلمبات فى غرفة جافة تنشأ تحت سطح الأرض ، أما المحركات فتركب فى غرفة تعلوها ويفضل بالنسبة للمحطات الصغرى إنشائها فوق منسوب سطح الأرض رغم ما فى ذلك من زيادة فى التكاليف لتسهيل

إقامة العاملين بها وللمحافظة على صحتهم ولسهولة عملية صيانة المحركات ومنع شدة تآكلها بفعل الغازات ، وقد يضطر إلى إنشائها تحت سطح الأرض لظروف اضطرارية كعدم وجود الأرض اللازمة لإنشائها والاضطرار إلى إنشائها تحت سطوح الشوارع .

أما المحطات الكبرى فيلزم إنشاء غرفة المحركات فوق سطح الأرض .

١٣ — يجب ألا يقل قطر ماسورة المص أو الطرد عن ٤ بوصة .

١٤ — يجب تركيب طلمبات صغيرة لسحب ما قد يتواجد من مياه بغرف الطلمبات ، كما يستحسن توصيل الجلندات بماسورة أو خرطوم إلى بالوعة بحجرة الطلمبات لصرف أى خرير من الجلندات للبالوعة مباشرة دون أن تفيض بأرض حجرة الطلمبات وتسبب قذارة المكان .

١٥ — يجب مراعاة أن تكون المسافة بين الطلمبات والمحركات بالسعة الكافية لسهولة التحرك بينها وسهولة عملية نقل الطلمبات والمحركات بمختلف أجزائها سواء للإصلاح أو الاستبدال .

١٦ — يجب أن تكون السلالم مريحة ومزودة بترابزين ويستحسن أن تكون درج والبعد عن السلالم الحلزونية .

١٧ — يجب تهوية غرفة الطلمبات وتقليل الرطوبة بها للحد من عملية التآكل ويجب أن يكون عنبر الطلمبات والماكينات والمنطقة ككل خالية من الرائحة الكريهة .

١٨ — يجب تزويد المحطة بونش علوى يتحرك قرب سقف العنبر للمساعدة فى رفع ونقل وتركيب المهمات ثقيلة الوزن .

١٩ — يجب تبليط الأرضيات ببلاط السيراميك ودهان الحوائط ومن الأفضل تغطيتها لحوالى مترين من أرضيتها بالبلاط القيشانى - ويجب المحافظة باستمرار على النظافة التامة للعنبر وأن تكون الإضاءة به كافية ليلا ونهارا .

٢٠ — نظراً لأن غالبية محطات الرفع تنشأ فى أوطأ نقطة بالمنطقة المقامة بها لذا يجب حمايتها من تسرب مياه الأمطار إليها بالطريقة التى تناسب ظروف كل محطة .

٢١ — يجب إنشاء خزانات المازوت بعيدا عن باقى المنشآت وبالأخص القابلة منها لسرعة الاشتعال - كما يجب إحاطة كل صهريج مازوت منشأ فوق سطح الأرض بحوائط مرتفعة مع مراعاة أن يكون حجم الفراغ بين الصهريج والحوائط المحيطة به مساويا لسعة الخزان، وأن تدك أرضية هذا الفراغ بالخرسانة وتسوية سطحه والمحافظة عليه نظيفا حتى إذا ما كسر الصهريج بسبب أو بآخر وسال ما به من مازوت أمكن الاحتفاظ به فى هذا الحيز وأمكن إعادة استعماله وفى حالة ما إن سال واحترق أمكن حصر النيران فى الحيز المذكور وأمكن السيطرة عليها وإطفائها دون أن تنتشر بالمحطة وتسبب خسائر أخرى .

٢٢ — يجب إنشاء ما يلزم للوقاية من الغارات الجوية كمخابىء وغرف للإسعاف وأخرى لأدوات إطفاء الحريق - وعدم تكديس وتلاصق العنابر والمنشآت لتلافى الإضرار بها جملة وبسهولة بالغارات .

٢٣ — يجب عند التصميم اتخاذ كافة الإجراءات التى يتطلبها الأمن الصناعى

٢٤ — يجب عدم إنشاء أسقف العنابر من الخشب منعا من احتمال اشتعالها مما قد يتطاير من شرور بالعنبر .

٢٥ — يجب إنشاء كافة ما يلزم للمحطة من مبانى الخدمات وبالأخص المحطات الكبرى فتنشأ الورش المختلفة اللازمة والمخازن والمكاتب والمعامل وما يلزم إنشائه للمحطات النائية من مساكن للعاملين بها وما يلزم الكبار والصغار من ملاعب ومنتديات ومكتبات ، وقد يحتاج الأمر إلى إنشاء مدرسة ابتدائية كما ينشأ مصلى وكذا جراج للوريات والسيارات .

ويجب أن تكون جميع المبانى بالمحطة جميلة الشكل مناسبة لما يجاورها

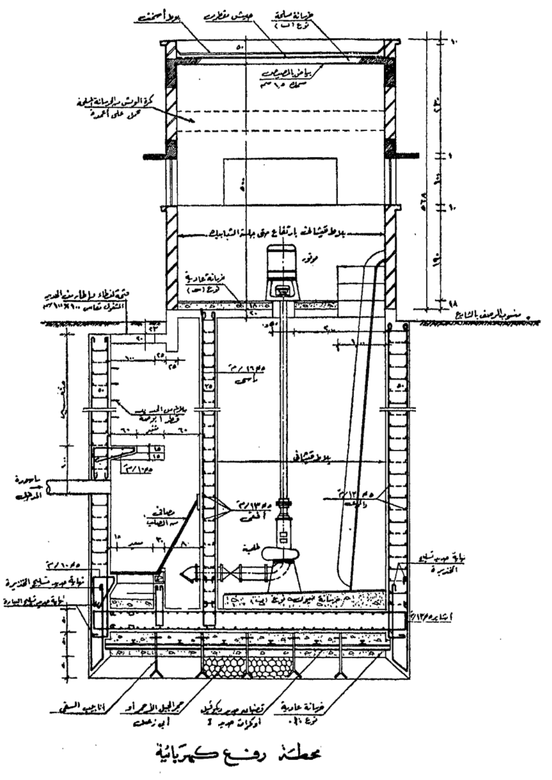
من منشآت وأن تكون المحطة مأوى آمن ومريح للطلمبات والمحركات والعاملين على تشغيلها ، وأن تكون غير مقلقة لراحة المواطنين المجاورين أو المارين بها ، وألا يتسبب عنها أى مضايقات أو أضرار صحية وأن تحاط بحدائق منسقة جميلة المنظر وتنبعث منها الرائحة الزكية ، فالمبنى والمنظر الجميل يسر العين ويبعد عن المواطنين الشعور بالأذى من وجود محطة مجارى وسط مساكنهم أو قريبة منها ، وقد قيل إن الإنسان يشم بعينيه وأفكاره مثلما يشم بأنفه ، ويجب أن تزود مبانى المحطة بكل ما يلزمها من إنارة وتكييف الهواء وما يلزمها من حنفيات ومياه عذبة وما يلزم العاملين من حمامات ودورات مياه وأماكن لخلع الملابس - وكذا إنشاء ما يلزم من طرق مرصوفة وسور يحيط بموقعها .

وبالإجمال يراعى أن تصمم المحطة على أحدث الطرق الفنية والاقتصادية وإنشاء كافة ما يلزمها من منشآت لتشغيلها وصيانتها ، وما يلزم العاملين بها لتيسير عملهم وتسهيل سبل الحياة لهم ، وكذا إنشاء ما يلزم من احتياطات للمحافظة على الأرواح والممتلكات .

مبانى محطات الرفع :

إن إنشاء مبانى محطات الرفع بطريقة التغويص فى الأرض الغير صخرية أسهل فى التنفيذ وأقل فى التكاليف عما لو أنشئت بطريقة الحفر العادية — لذا فكلما أمكن تصمم مبانى المحطة تحت سطح الأرض دائرية المسقط الأفقى ليمكن تنفيذها بطريقة التغويص.

وقد نفذ بجمهورية مصر العربية محطات بأقطار مختلفة أقصاها حوالى ١٤ متر وقد وصل تصرف بعضها لحوالى ٢٠٠ ألف م ٣ / اليوم أى حوالى ٥٢ مليون جالون / اليوم (شكل رقم ٥٦) .



محطة رفع كهربائية

شكل رقم (٥٦)

ومبين فيما يلي طريقة تنفيذ مباني محطة بطريقة التغويص في أرض غير صخرية ومشبعة تربتها بمياه الرشح ومجاورة للمباني بالمدينة .

— يتم حفر الموقع لقطر مساو للقطر الخارجي لحجرة المحطة التي سيتم تغويصها ويستمر في الحفر إلى ما قبل الوصول لمنسوب مياه الرشح .

— يوضع على قاع هذا الحفر خنزيرة سابقة الصنع وهي عبارة عن هيكل مستدير من حديد الصلب مقطعة مثلث الشكل وقطرها الداخلي مساو لنظيره لحجرة المحطة المراد تغويصها وسمك قاعدة الهيكل مساو لتخانة حائط الحجرة مضافا إليه تخانة الفرم التي سيتم تركيبها عليها لصب خرسانة حوائط الحجرة - ورأس المثلث مدبب حاد يوضع مرتكزا على قاع الحفر (شكل ٥٧) .

— توضع الفرم ويفضل أن تكون من الحديد على قاعدة الهيكل بعد أن يتم وضع وربط حديد التسليح اللازم لحوائط الغرفة ، وارتفاع الفرمة حوالي ٤ متر ثم يتم صب الخرسانة .

— بعد أن يتصلب ما تم صبه من الخرسانة المسلحة تصب حطة أخرى وهكذا إلى أن يتم صب كافة الطول المراد تغويصه .

— تبيض الحوائط الخارجية بالمونة المخلوطة بمادة عازلة كالسيكا .

— توضع عرشه (وهي عبارة عن كمرات من الحديد مسقوفة بالأخشاب) فوق حوائط الحجرة مع ترك فتحة بها بوسع كاف لنزول الغطاسين والكباش .

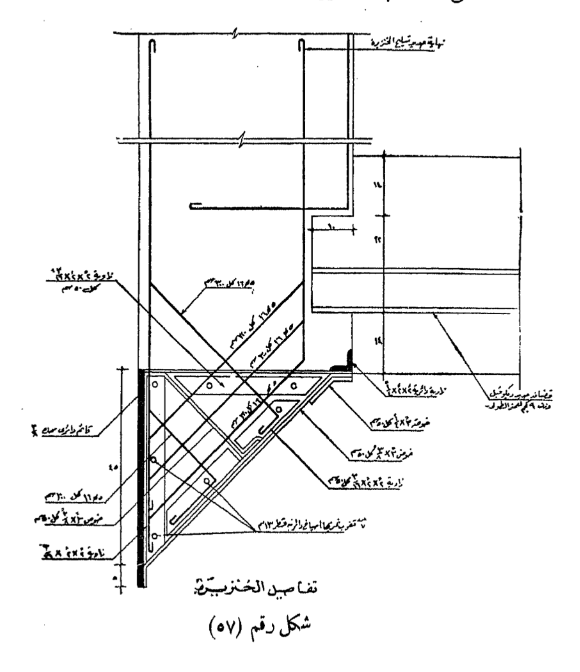
— يستمر الحفر باليد أو الكباش حتى الوصول إلى حوالي متر تحت سطح ماء الرشح وعندئذ يستحسن عدم الحفر بالغواصين بل الحفر بالكباش والاستعانة بالغواصين بين حين وآخر لتوجيه عمل الكباش .

— يوضع ناتج الحفر فوق العرشة حتى يساعد ثقله وثقل حوائط الحجرة والحفر تحت الخنزيرة إلى غوص الحجرة في الأرض .

— يراعى أن تغوص الحجرة رأسيا وفي حاله ميلها على أحد جوانبها يوقف الحفر تحت الجزء المائل ويستمر الحفر تحت الجزء المرتفع من حائط الحجرة مع زيادة الثقل فوقه - ورويدا رويدا يتم عدلها .

— يستمر الحفر وزيادة الثقل فوق التعريشة حتى يتم إزال الحجرة إلى المنسوب المطلوب .

— يراعى طوال مدة الحفر عدم سحب أى مياه من داخل الحجرة للمحافظة على سلامة المبانى المجاورة .



تفاصيل الخنزيرة
شكل رقم (٥٧)

— يرمى بقاع الحجرة كسر الحجر الأحمر الصلب أو البازلت أو الزلط مدرج الحجم ليكون فرشة بسمك حوالى ٨٠ سم .

— يوضع فى هذه الفرشة مواسير رأسية من الحديد المجلفن قطر حوالى ٢ بوصة وترتفع هذه المواسير حتى ما يقرب من سطح الأرض والمسافة بين محاور هذه المواسير هو حوالى ٢ متر .

— يضع الغواصين فوق الفرشة قضبان للتسليح .

— مع الاستمرار فى عدم سحب أى مياه من داخل الحجرة تصب طبقة من الخرسانة بسمك حوالى ٦٠ سم فوق الفرشة — وتصب الخرسانة بطريقة التغويص إما بتنزيلها إلى القاع بواسطة مزاريب أو بجرادل تسقط يدويا أو بونش يغوص بسرعة إلى قاع الحجرة ، يفتح قاع الجردل عند جذبه لأعلا فيتم تفريغ ما به من خرسانة ، وأولا بأول يقوم الغواصين بتسوية الخرسانة على طبقات حتى يتم صبها مستوية وعلى المنسوب ، ويجب أن تكون الخرسانة غنية فى نسبة الأسمنت حتى لا تضار بما قد يفقد منها من أسمنت باختلاطه بالماء الموجود بالحجرة — ويجب أن يتم رمى خرسانة الأساس دون توقف وفى أقصر وقت ممكن .

— تترك الخرسانة حتى تتصلب ، وهى تحتاج لمدة تتراوح بين أسبوع إلى عشرة أيام لتصلبها ، بعد تمام تصلب الخرسانة تبدأ عملية السقية باللبانى وذلك بضغطه فى المواسير الرأسية السابق ذكرها ، وتستمر السقية حتى يطفح اللبانى من المواسير ولا تقبل أى مزيد ، وبذا نضمن أن جميع فراغات فرشة كسر الحجر وكذا مسام التربة المرتكزة عليها قد ملئت بالأسمنت اللبانى ، كما نتأكد من ملء أى فراغ قد يكون موجودا بطبقة الخرسانة التى تم صبها ، بعد ذلك يسمح بسحب المياه من الغرفة وتقطع مواسير السقية عند سطح الخرسانة ، ثم يبدأ وعلى الناشف رص حديد التسليح لطبقة الخرسانة التى تعلو الطبقة السابق صبها ، ويعمل

ترتيب الأشاير الخاصة بحديد التسليح اللازمة للحائط الحاجز بين الجزء من الحجرة المخصص للطلمبات وبين الجزء المخصص لبيارة المحطة .

— تصب بعد ذلك خرسانة الأساس بالسمك التصميمى المقرر وغالبا ما يكون حوالى ٥٠ سم ، كما تصب الحائط الحاجز مع ترك فتحات لمواسير المص .

ويجب أن يكون أساس الحجرة وحوائطها صماء تماما مانعة لتسرب أى مقدار من المياه من خلالها وهذا هو ما يحدث غالبا طالما كان التنفيذ دقيقا، فإن ظهر بها أى رشح وجب معالجته فإن كان سببه شروخ شعرية بسيطة أمكن معالجتها برصاص الشعر ودقه بعناية فى أماكن نشع المياه .

— بعد ذلك تصب كمرات وسقف حجرة الطلمبات مع ترك فتحة به لتركيب السلالم ويجب أن تكون بسعة كافية للدخول والخروج منها ، كما تترك فتحات لمواسير التهوية وأعمدة الطلمبات وغيرها .

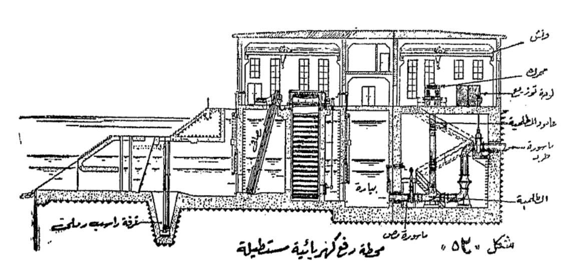
— تنشأ غرفة المحركات والتى يفضل كما سبق ذكره أن تكون فوق سطح الأرض وقد تنشأ تحته إذا دعت الضرورة ذلك .

فإن كان تغويص حجرة المحطة فى تربة رملية متحركة ولم يمكن الوصول للمنسوب بطريقة الحفر المذكورة وكان موقع محطة الرفع غير ممكن تغييره ، وجب إجراء عملية التغويص باستخدام الهواء المضغوط لمنع ظهور مياه الرشح بقاع الحفر ليمكن تغويص الطلمبة للمنسوب المطلوب .

وإن كانت الأرض صخرية تم الحفر بالطرق المستعملة للحفر بالصخر .

والمحطات الكبرى لا يمكن إنشائها بطريقة التغويص ، إذ أن المساحة اللازمة لها كبيرة ، وهى تنشأ مستطيلة المسقط كما هو مبين بالشكل رقم (٥٨)

ويتم الحفر للوصول إلى منسوب قاع الحفر اللازم لها بالطريقة المتبعة فى حفر خنادق المواسير ، أى أن يتم الحفر بالتربة المشبعة بمياه الرشح بسند جوانب الحفر بشدة من الخشب المفرز ويستحسن استعمال الستائر الحديدية مع سحب المياه سطحيا ، فإن كانت مياه الرشح غزيرة أو التربة رمال متحركة استعين بالآبار الارتوازية لتخفيض منسوب مياه الرشح بالموقع .



شكل رقم (٥٨)

ويجب رمى خرسانة الأساس على الناشف ومراعاة عند التصميم أن يكون سمك الأساسات والحوائط وحديد تسليحها كافيا لتحمل كافة الأحمال الواقعة عليها وبالأخص قوة دفع المياه الجوفية ، ويجب مراعاة أن يكون الأساس وكذا الحوائط صماء مانعة لنفاذ أى من مياه الرشح خلالها ، ولما كانت غالبية هذه المحطات تنشأ على أعماق كبيرة ، لذا يجب العناية التامة فى تنفيذها .

وفى حالة إنشاء هذه المحطات فى أرض صخرية يتبع الحفر بالطرق المتبعة فى الحفر بالصخر .

البيـــارات :

من أهم أغراض بيارة المحطة هو تجميع المياه بها قبل سحبها بالطلمبات وهى تعمل على حفظ التوازن الناجم من تذبذب الحمل ، وسعة تخزينها لمياه المجارى بالنسبة للمحطات الكبرى يعادل حجم أقصى تصرف يرد للمحطة فى دقيقتين تقريبا ، أما للمحطات الصغرى فتتراوح سعتها بين ما يعادل حجم أقصى تصرف يرد للمحطة فى عشر دقائق وعشرين دقيقة كما سبق ذكره .

ويجب أن يكون ميل قاع البيارة شديداً ١ : ١ أو أكثر ومنحدرا نحو مواسير المص وذلك لمنع أى ترسيب بقاع البيارة .

وتغذى البيارة بماسورة واحدة تسمى ماسورة الداخل وهى تخرج من بئر سابق للبيارة يجمع لما يكون هناك من خطوط مواسير متجهة نحو المحطة .

ويجب مراعاة إضاءة أو تهوية البيارة جيدا وتزويدها بما يلزم لتطهير شبكتها يدويا أو آليا حسب مقتضيات الحالة ، كما يستحسن أن تركب شبكتين متجاورتين تعمل كل منهما احتياطى للأخرى ، كما يستخدم قاطع للأجسام الكبيرة وفى هذه الحالة يصبح الشبك احتياطى للقاطع ، ويدار القاطع بموتور موضوع أعلا سقف غرفة البيارة ، ويجب صيانة عامود تشغيل القاطع بالبيارة من الغازات بتغليفه بأسطوانة من الصلب تصان بدهانها بصفة دورية ويسهل تغييرها إذا ما تآكلت بفعل الغازات بالبيارة — كما تزود البيارة بالسلالم اللازمة ويفضل أن تكون البيارة مقسمة لعدة أقسام يمكن القفل على أى منها فى حالة الحاجة لذلك — ويراعى فى المحطات ذات التصرف الكبير أى التى تشتمل على الكثير من الطلمبات أن تنشأ مجرى بطول العنبر لتغذية مواسير السحب ويفضل إمكان تغذية المجرى من عدة نقط ، وعمل الترتيب لإمكان القفل على أى من أجزائها وتفريغه من المياه ويجب مراعاة أن تكون مواسير المص لكافة الطلمبات على منسوب واحد وأوطأ من منسوب ماسورة الداخل بما لا يقل عن متر حتى لا تنقطع المياه عن بعض الطلمبات عند انخفاض المنسوب.

ويستحسن فى المحطات الصغرى أن يسبق البيارة غرفة تصفية كما سبق ذكره ، وهى واجبة الإنشاء للمحطات الكبرى . ويراعى عند تصميم المحطة إمكان صرف المياه الواردة إليها إلى أقرب كتلة مائية (مصرف أو بحر) فى حالة عطلها التام وذلك بانشاء فائض بالبيارة على أوطأ منسوب يمكن الصرف منه بالراحة إلى الكتلة المائية المجاورة . فإن خشى رغم ذلك من ارتفاع المياه بالشبكة وظهور حالات الطفح بمناطق المدينة المنخفضة المنسوب أستعين بما قد يتيسر من مجموعات رفع نقالى احتياطية لتخفيض المنسوب بالشبكة بنقل تصرفها مباشرة إلى أقرب كتلة مائية كبحر أو مصرف مع العمل الفورى على إصلاح العطل .

المواسير بالمحطات :

تستخدم بالمحطات المواسير المصنوعة من الصلب وذلك للأقطار الصغيرة ، وأن يكون من السهل التفتيش عليها وأن يتخذ اللازم لحمايتها من عوامل الجو وكذا من التآكل .. أما مواسير الزهر فعمرها أطول من مواسير الصلب وهى تستخدم للأقطار الكبيرة وبالأخص المنشأة منها تحت سطح الأرض أو المعرضة لعوامل الجو ، وهى أصلح أنواع المواسير لمقاومة الغازات بينما لا تصلح مواسير النحاس لهذه العملية .. ويفضل استخدام المواسير ذات الرأس والذيل كما يفضل اللحام بالرصاص .

وإنه لمن الأهمية بمكان التحبيش جيدا حول ماسورة المص والطرد الداخلة إلى من عنبر الطلمبات أو الخارجة بحيث لا يتسرب من الشنايش المار بها المواسير أى مياه داخل العنبر — كما يجب مراعاة عدم تسرب أى مياه من الجلندات .

البيانات اللازمة لتصميم الطلمبات ومستلزماتها :

لتحديد قدرة ونوع الطلمبات وتحديد شروطها ومواصفاتها وكذا تحديد

قدرة المحركات اللازمة لها وقطر ماسورة الطرد وغير ذلك من المستلزمات الميكانيكية والكهربائية اللازمة لتشغيل المحطة يلزم الحصول على البيانات الآتية :

١ — أقصى تصرف سيب الطقس الممطر / الثانية .

٢ — أدنى تصرف سيب الطقس الجاف / الثانية .

٣ — مقدار الرفع الاستاتيكي — أى الفرق بين أدنى منسوب ماسورة المص ومنسوب مصب ماسورة الطرد .

٤ — طول ماسورة الطرد .

وبذا يمكن استنباط الرفع المناظر لفاقد الاحتكاك وذلك بتطبيق المعادلة الآتية :

$$\text{فاقد الاحتكاك بالمتر} = \frac{\text{٤ ن ف س ٢}}{\text{٢ ج ق}}$$

بحيث ن = معامل ثابت يختلف باختلاف مادة الماسورة ويقدر لمواسير الزهر بحوالى ٠٠٦ر٠ إلى ٠٠٧ر٠

ف = المسافة بين المحطة ومخرج ماسورة الطرد بالمتر .

س = السرعة فى ماسورة الطرد بالمتر / ثانية .

ج = عجلة التثاقل ٩٫٨٢ متر / ثانية / ثانية .

ق = قطر ماسوره الطرد .

الأعمال الميكانيكية والكهربائية بمحطات الرفع :

الأعمال الميكانيكية والكهربائية بمحطات الرفع كثيرة ، وبخلاف الوحدات الأساسية للمحطة من طلمبات ومحركات ولوحة التوزيع والمحولات توجد بها وحدات ضرورية وأخرى كمالية نذكر منها :

١ — أجهزة تقويم

٢ — طلمبات نزح ما قد يوجد من مياه بعنبر الطلمبات .

٣ — طلمبات ذات مخرج على ارتفاع مناسب تنشأ كاحتياطى لتقليل احتمال غرق المحطة عند عطلها التام .

٤ — طلمبات للزيت وأخرى لترشيح الهواء .

٥ — مولدات كهربائية .

٦ — ماكينات لضغط الهواء .

٧ — ماكينات لإدارة مراوح لنفث الهواء — وأخرى لتهوية العنبر .

٨ — جهاز لشحن البطاريات .

٩ — أجهزة لتبريد الماء الخارج من الماكينات .

١٠ — أجهزة لقياس تصرفات مياه المجارى الواردة للمحطة والخارجة منها ، وكذا لقياس كميات الغاز والكهرباء .

١١ — أجهزة لقياس الضغط .

١٢ — أجهزة لقياس درجات الحرارة .

١٣ — غرفة مزودة بالأجهزة اللازمة لمراقبة سير جميع وحدات المحطة أو لمراقبة وحدات المحطة وبعض أو كل المحطات الأخرى بالمدينة .

١٤ — أجهزة تفتيت الرواسب وتنظيف الشبك وتطهير البيارات وغرف التصفية .

١٥ — أجهزة لنقل ناتج التطهير من البيارة وأخرى لتجفيفها وضغطها ، إما لنقلها خارج المحطة أو لحرقها بالموقع .

الطلمبات :

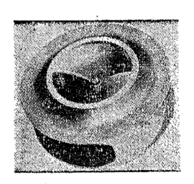
إن أهم مكونات محطات الرفع هى الطلمبات وغالبية الطلمبات المستخدمة لرفع مياه المجارى هى من نوع الطرد المركزى وذلك لقدرتها على رفع مياه المجارى بما تحمله من رواسب دون أن تسبب أية متاعب ، كما أنها تمتاز بكفاءتها العالية وسهولة تركيبها .

تصميم طلمبات المجارى :

لما كانت مياه المجارى عبارة عن مياه عادية محملة بالرواسب ويتصاعد منها غازات تضر بما تمر به من منشآت ، لذا يجب مراعاة عند تصميم طلمبات مياه المجارى أن تسمح للأجسام الصلبة ذات الأحجام المسموح بوصولها للطلمبات بالمرور بين فتحاتها كما يجب أن تتحمل مادتها عوامل النحر التى تنجم من احتكاكها بهذه الأجسام وأن تقاوم التآكل الذى ينتج من غازات مياه المجارى .

ولما كان من أهم مايجب أن يعنى به عند تصميم طلمبات رفع مياه المجارى ألا تسد بالأجسام الصلبة العادية بهذه المياه ، لذا يتبع فى أغلب التصميمات أن تتراوح فتحات الطلمبة بين ٧٥ إلى ٩٠ ٪ من قطاع ماسورة الطرد ، وإن كان المفروض نظريا أن تكون سعتها مساوية أو أكبر من قطاع ماسورة المص وألا يقل قطاع ماسورة الطرد عن ممرات الطلمبة غير أنه لم يمكن تحقيق ذلك عمليا إلا فى نوع خاص من الطلمبات غير شائع استعماله لما له من عيوب أخرى كثيرة . وعلى العموم لاينصح باستخدام الطلمبات إلا ما تسمح فتحاتها بمرور أجسام بها يبلغ قطرها ٣ بوصة على الأقل، لذا يجب أن تجرب الطلمبة بتمرير كرة بها قطرها ٢½ بوصة وأن تتم التجربة بنجاح حتى يمكن استخدام الطلمبة لرفع مياه المجارى المنزلية أو المختلطة منها بمياه الصناعة .

والطلمبات ، إما ذات مراوح مفتوحة أو مقفولة ، وكل من النوعين أثبت نجاحه عند التشغيل ، إلاأن غالبية الطلمبات تصمم حاليا بمروحة مقفولة ذات فتحتين عريضتين كما هو موضح بالشكل رقم (٥٩) مع مراعاة أن تكون الأسلحة رفيعة السمك ومنحنياتها ناعمة .



شكل رقم (٥٩)

والطلمبة المصنوعة من حديد الزهر كافية لمقاومة النحر والتآكل ، فإذا أريد زيادة الحيطة صنع جسم الطلمبة من حديد الزهر المخلوط بنسبة بسيطة من النيكل والكروم وصنعت المرواح وصندوق الحشو من البرونز .

ولحماية الطلمبة من النحر والتآكل يركب لكل من جسم الطلمبة والمروحة شنابر التآكل لحمايتها، وهذه الشنابر يمكن تغييرها بسرعة وسهولة عند تآكلها بأخرى جديدة وبذا نوفر الوقت والمال اللازمين لتغيير جسم الطلمبة أو المروحة . . وتصنع شنابر التآكل عادة من البرونز وتثبت بجسم الطلمبة أو المروحة بمسامير خاصة ، ولتقليل استهلاك هذه الشنابر تضغط مياه نقية داخل فتحات بجسم الطلمبة عند نقط الاحتكاك ويستعمل لهذا الغرض طلمبة

صغيرة ذات ضغط أكبر من الضغط عند هذه الفتحات وبذا يمتنع رسوب أى مواد بين الأسطح المتحركة المسببة لسرعة استهلاك الشنابر .

وتصنع أعمدة الطلمبات من الصلب الغير قابل للصدأ — ولحماية العامود من التآكل عند نقط اتصاله بمياه المجارى يغطى بجلبة من البرونز يمكن تغييرها ، ويزود جسم الطلمبة بفتحة تقفل بغطاء محكم يمكن من خلالها الكشف والتنظيف — كما يزود بصندوق حشو لمنع تسرب الهواء داخل الطلمبة — ونظرا لأن مياه المجارى المدفوعة بالطلمبات تحتوى على بعض المواد الصلبة التى يخشى أن تدفع حشو الصندوق وتتلف جلبة العامود لذا يلزم لحبس الحشو أن تضغط مياه نقية فى الصندوق ضغطا يزيد على الأقل ١٠ رطل على البوصة المربعة عن الضغط الناجم من إدارة الطلمبة عند صندوق الحشو حتى نتأكد من مرور المياه داخل الطلمبة وعدم تسرب الهواء إليها . ومن فائدة المياه المضغوطة أيضا تبريد عامود الطلمبة عند الجلند ، وفى معظم الحالات تستخدم طلمبة واحدة لغسيل شنابر التآكل ولحبس صندوق الحشو للطلمبة ، وتدار هذه الطلمبة بمحرك كهربائى مستقل يدار عند إدارة الطلمبة الرئيسية ، أو يدار بعامود الطلمبة الرئيسية بواسطة وصلات وتروس وبذا نضمن تشغيل هذه الطلمبة بمجرد تشغيل الطلمبة الرئيسية .

وتصمم طلمبة الغسيل والحبس بحيث تعطى تصرفا يكفى للغسيل والحبس اللازم لطلمبة واحدة أو لطلمبتين — وتستمد مياهها من خزان خاص بها متصل بمصدر مياه المدينة ومزود الخزان بعوامه تمنع رجوع المياه إلى شبكة مياه المدينة لضمان عدم تلوثها .

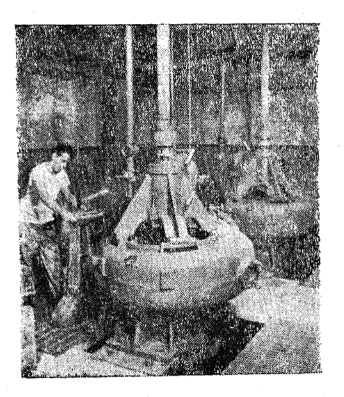
أنواع طلمبات رفع مياه المجارى :

يمكن تقسيم الطلمبات المستخدمة فى رفع المجارى إلى الأنواع الآتية :

١ — طلمبات رأسية .
٢ — طلمبات أفقية .
٣ — طلمبات ذاتية التحضير .
٤ — طلمبات ماصة كابسة .

الطلمبات الرأسية :

الطلمبات الرأسية شكل رقم (٦٠) أكثر الطلمبات استخداما فى محطات الرفع الرئيسية ويتم تركيبها فى حجرة جافة وتسحب المياه لرفعها من بيارة مجاورة — سبق التكلم عنها — ومن مزايا الطلمبات الرأسية الآتى :



طلمبة رأسية

شكل رقم (٦٠)

١ — يحفظ منسوب المياه فى البيارة بصفة مستمرة أعلا من منسوب الطلمبة مما يجعلها مملوءة باستمرار بالمياه ، وبذا لا يحتاج الأمر إلى جهاز لتحضيرها ، فيتوفر بذلك هذا الجهاز ومتاعبه ، ويمكن تشغيل الطلمبة فور الرغبة .

٢ — تحتاج الطلمبات الرأسية إلى حيز أقل من اللازم للطلمبات الأفقية مما يوفر فى تكاليف إنشاء عنبر الطلمبات .

٣ — تدار الطلمبة الرأسية بعمود رأسى متصل بمحرك كهربائى مركب أعلا غرفة الطلمبات على المنسوب الذى يحمى هذه المحركات من تسرب أى مياه رشح إليها ، وتصبح فى مأمن فى حالة غرق الطلمبات لأى سبب كما تبقى بعيدة عن أى جزء من جلندات مواسير المص أو الطرد وبالتبعية عن أى خلل أو كسر يحدث بها وبذا نضمن أن المحركات مركبة فى غرفة جافة نظيفة بعيدة عن الرطوبة ، وفى نفس الوقت يريح العاملين بالمحطة ويحافظ على صحتهم ويسهل لهم تشغيل وصيانة الطلمبة .

ومن أهم متاعب الطلمبات الرأسية هو صعوبة ضبط عمود الإدارة رأسيا دون السماح بأى ميل به ولو طفيفا — وقد أمكن التغلب على هذه الصعوبة بوضع العمود داخل جراب يتكون من وصلات يتراوح طول كل بين ١٫٥ ، ٢ متر ويركب داخله كراسى من الرولمان البلى (ذات الضغط الذاتى) على مسافات محملة على فلانجات هذه الوصلات وبذلك يمكن داخل المصنع من ضبط العمود رأسيا كما يستغنى بهذه الطريقة عن الحوامل الخاصة بكراسى العمود . ولضمان تلاشى أى انحراف فى العمود أثناء التشغيل تركب وصلة ازدواج مرنة بين عمود الإدارة للطلمبة وعامود المحرك ، كما يركب على عمود الطلمبة عند القاعدة التى سيتم تركيب المحرك عليها كرسى دفع كبير من الرومان البلى يصمم بحيث يمكنه تحمل وزن العمود والمروحة والدفع أثناء التشغيل . وقد أمكن فى التصميمات الحديثة استخدام وصلة جامعة (يونيفرسال) تركب على كل من نهايتى العمود الرأسى لتلافى أى انحراف به .

ويجب إنشاء كراسى دليلية توضع على حوامل خاصة أو أسقف متوسطة بين أرضية الطلمبة وأرضية المحرك للطلمبات الكبيرة العميقة لإمكان سهولة الوصول إلى الأعمدة الرأسية لتشحيمها أو تزييتها أو صيانتها .

وفى بعض المحطات ذات الأعماق الصغيرة تستخدم أحيانا طلمبات رأسية تدار بمحرك رأسى متصل بعمود الطلمبة مباشرة بدون وصلات بحيث يركب المحرك مباشرة أعلا الطلمبة على قاعدة خاصة ، وبذا يمكن الاستغناء عن إنشاء سقف لغرفة الطلمبات وبذا تصبح مكشوفة مما يسهل عملية الصيانة ويوفر لها الإنارة والتهوية الطبيعية — هذا ويراعى فى هذه الحالة وضع لوح التوزيع والتحكم خارج المحطة على منسوب أعلا قليلا من منسوب أرضية عنبر الطلمبات — ويستخدم هذا النظام بكثرة فى محطات رفع الحمأة المنشأة بأعمال معالجة مياه المجارى .

الطلمبات المغمورة :

ومن أنواع الطلمبات الرأسية الطلمبات المغمورة وهى لا تستخدم إلا فى الحالات التى يتعذر فيها إنشاء بيارة جافة ، ولا ينصح باستخدام هذا النوع من الطلمبات فى رفع مياه المجارى وذلك لصعوبة الكشف عليها وإصلاحها علاوة على تعرض أجزاء الطلمبة للتآكل بفعل مياه وغازات المجارى ، وهى عادة ما تستخدم فى نزح المياه الغير محملة بالرواسب كمياه الرشح ، وقد تكون الطلمبة هى فقط المغمورة بالمياه بينما المحرك موضوع فوق سطح الأرض فى الجفاف ، وقد تكون الطلمبة والمحرك مغمورين، وفى هذه الحالة يجب أن يكون المحرك من النوع المقفول الذى لا يسمح بتسرب أى من المياه، وهذه المجموعة هى النوع النقالى ولإدارتها توصل بكابل كهربائى معزول ويركب لها خرطوم لتوصيلها بماسورة الطرد — ويجب أن يراعى فى تركيب الطلمبات الرأسية المغمورة سهولة رفع الطلمبة والمحرك لأعلا لإجراء الكشف وعمل الصيانة اللازمة لها .

الطلمبات الأفقية : شكل رقم (٦١)

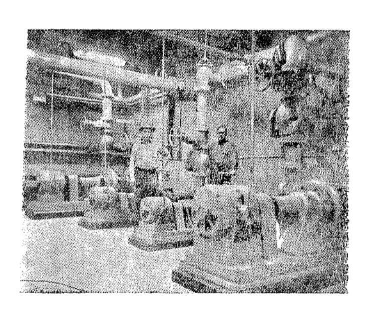
لقد أصبح من النادر الآن استخدام الطلمبات الأفقية لرفع مياه المجارى وهى تستخدم بإحدى الطريقتين الآتيتين :

(١) تركب الطلمبة والمحرك على أرضية المحطة وبمنسوب يعلو منسوب المياه ببيارة التجميع ، ويلزم فى هذه الحالة تركيب طلمبة تحضير يديرها عمود الطلمبة الرئيسية أو محرك كهربائى منفصل، ومن أهم عيوب هذه الطريقة ما يأتى :

١ — متاعب جهاز التحضير وتكاليفه .

٢ — تقييد الطلمبة بعمود سحب معين — هذا ، ولو أنه يمكن تشغيل الطلمبات على عمود سحب يتراوح طوله بين ٥ ، ٧ متر ، غير أنه يجب ألا يزيد عمود السحب عند بدء التشغيل عن ٣ متر .

٣ — سرعة تآكل جسم الطلمبة والمروحة من تأثير عامل التجوف الذى يحدث نتيجة تشغيل الطلمبة على عمود سحب كبير ، وكذا بتأثير غازات المجارى.



طلمبة أفقية
شكل رقم (٦١)

(ب) تركب الطلمبة والمحرك فى بيارة جافة تسحب المياه من بيارة مجاورة ، وفى هـذه الحالة يكون منسوب المياه بالبيارة أعلا من منسوب الطلمبة ، وبذا يمكن الاستغناء عن جهاز التحضير .

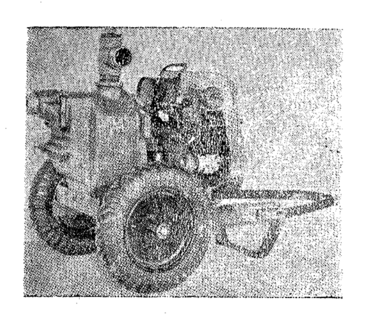
ومن مزايا هذه الطريقة خفض قيمة تكاليف التشغيل والصيانة ، إلا أن من عيوبها إرتفاع تكاليف الإنشاء وتعرض الطلمبات والمحركات للغرق مما يستلزم أخذ كافة الاحتياطات اللازمة لاستخدام المحركات من النوع المقفول ضد المياه والتى تزيد أسعارها كثيرا عن المحركات العادية .

الطلمبات ذاتية التحضير :

وللتغلب على متاعب جهاز التحضير فى الطلمبات الأفقية تستخدم الطلمبات ذاتية التحضير لرفع المياه من منسوب منخفض عن منسوب الطلمبة إلا أن هذه الطلمبات لا تستخدم إلا لرفع التصرفات الصغيرة إذ يتراوح قطر مواسير الطرد لهذا النوع من الطلمبات بين ٤ ، ١٠ بوصة وأقصى تصرف لها حوالى ٣٥٠ م^{٣} / ساعة كما لا تزيد قدرة رفعها عن ٢٥ مترا .

وهذا النوع من الطلمبات لا يمكن الاعتماد عليه للتشغيل بصفة مستمرة لعدم ضمان تشغيل جهاز التحضير الذاتى وبعض المتاعب التى تنجم من جهاز صندوق الحشو للحبس ، لذا يقتصر تقريبا استخدام هذا النوع من الطلمبات على مجموعات الرفع النقالى التى تدار بمحركات كهربائية أو بماكينات الديزل ويستفاد بها لمساعدة محطات الرفع الفرعية ، وتستخدم مجموعات الديزل أيضا كاحتياطى لمحطات رفع المناطق فى حالة انقطاع التيار الكهربائى عنها .

وبالشكل رقم (٦٢) طلمبة نقالى ديزل ذات الطرد المركزى .



طلمبة نقالى ديزل

شكل رقم (٦٢)

الطلمبة الماصة الكابسة :

وهذا النوع من الطلمبات لايستخدم تقريبا إلا فى رفع الحمأة من أحواض التنقية وخصوصا إن كان مقدار الرفع كبيرا — ومن مميزات هذا النوع عدم وجود متاعب منه فى المص إذ يتم تحضيرها بسرعة كما أن تصرف الطلمبة لا يتأثر بالتغير فى الضغط بمواسير الطرد والذى عادة ما يحدث عند رفع الحمأة نتيجة لتغير نوعها وكثافتها — ومن عيوب هذه الطلمبات ما تحدثه من ضوضاء والصعوبة فى صيانة وإحكام الحشو وكذلك ارتفاع نسبة استهلاك بلوف الطلمبة لذا يفضل استخدام الطلمبات الطاردة المركزية بدلا من الطلمبة الماصة الكابسة نظرا لبساطة الأولى ونظافتها وقلة حاجتها للصيانة إلا أن الطلمبة الماصة الكابسة يفضل استخدامها فى حالات زيادة عمود السحب وارتفاع ضغط الطرد .

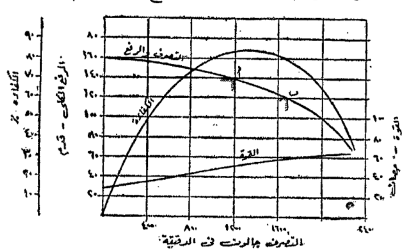
ومن أنواع الطلمبات الماصة الكابسة الطلمبة الرداخ ، والطلمبة المكبس وهى ذات اسطوانات كبيرة يتراوح قطرها بين ١٠ ، ١٢ بوصة ومشوارها قصير يتراوح بين ٢ إلى ٦ بوصة وتدار بسرعة بطيئة من ٣٠ إلى ٣٥ لفة فى الدقيقة بواسطة مجموعة تروس خفض السرعة ومحرك كهربائى أو ماكينة ديزل .

وفى حالات الضغط المرتفع بمواسير الطرد يمكن استخدام الطلمبات الثلاثية (تربلكس) ذات البلوف الكروية التى يقل احتمال انسدادها عن البلوف القلابة ، غير أنه يلزم تغييرها باستمرار نتيجة لتآكلها وإلا فقد تندفع الكرات بعيدا عن قواعدها مما قد يسبب تلف المكبس .

اختيار الطلمبات الطاردة المركزية :

١ — منحنى خصائص الطلمبة :

أهم ما يحدد اختيار الطلمبة الطاردة المركزية هو منحنيات خصائص الطلمبة . وتصمم الطلمبة الطاردة المركزية لتعطى تصرفا معينا بأحسن جودة ممكنة إذا استمرت سرعتها ثابتة تقريبا ويوضح الشكل رقم (٦٣) منحنيات



منحنيات خصائص الطلمبة

شكل رقم (٦٣)

خصائص الطلمبة التى تبين العلاقة بين الرفع والتصرف والقوى والكفاءة لطلمبة ذات حجم معين لجسمها ومروحتها ذات سرعة ثابتة ويوضح منحنى التصرف والرفع العلاقة بين التصرف والرفع الكلى الذى يتوقف درجة ميله على نوع المروحة وتصميمها .

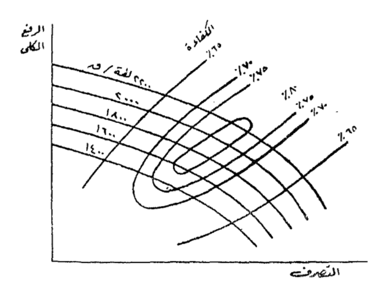
ويلاحظ أنه عند النقطة ا الرفع يساوى ١٤٠ قدم والتصرف ١٢٠٠ جالون فى الدقيقة .

وعند النقطة ب الرفع يساوى ١٢٠ قدم والتصرف ١٦٨٠ جالون فى الدقيقة.

ويلاحظ أنه عند زيادة الرفع تنخفض الكفاءة بسرعة بينما معدل انخفاض التصرف أقل ويتوقف ذلك على مدى انحدار المنحنى — ويجب أن تعطى أهمية خاصة لمنحنى الكفاءة للطلمبة حيث يمكن تعويض زيادة الثمن الأساسى لطلمبة تزيد كفاءتها قليلا عن طلمبة أخرى أقل كفاءة وذلك من فرق تكاليف استهلاك القوى المحركة كهرباء كانت أو وقود .

تغيير السرعة :

فى حالة إمكان تشغيل الطلمبة على أكثر من سرعة يمكن رسم المنحنيات الموضحة فى شكل (٦٤) ولرسم هذه المنحنيات ترسم منحنيات التصرف للسرعات المختلفة ثم توضح منحنيات لنقط لها نفس الكفاءة — وهذه المنحنيات تسمى بمنحنيات الكفاءة المتساوية وهى تساعد على تحديد السرعة المطلوبة والكفاءة عند أى حالة للتصرف والرفع فى حدود المنحنيات المرسومة — وبمعرفة منحنى التصرف والرفع والقوى لطلمبة ما عند سرعة معينة يمكن رسم هذه المنحنيات عند تغيير سرعتها وذلك لأن التصرف يتناسب مع السرعة ، والرفع يتناسب مع مربع السرعة ، والقوة تتناسب مع مكعب السرعة .



منحنيات الكفاءة المتساوية

شكل رقم (٦٤)

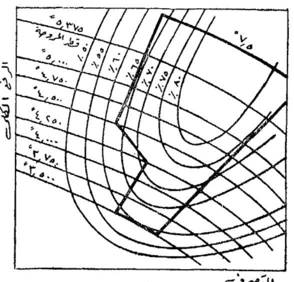
قطر المروحة :

الشكل رقم (٦٣) يبين منحنيات خصائص الطلمبة لمروحة معينة عادة تكون أكبر قطر — ولكن يمكن وضع مروحة ذات أقطار مختلفة فى جسم معين للطلمبة — والمنحنيات الموضحة بالشكل رقم (٦٥) توضح أداء طلمبة معينة بمراوح مختلفة القطر .

ويحصر الخط السميك حدود الاستخدامات العملية لهذا التصميم — فإن تجاوزه وجب تصميم أحجام أخرى للطلمبات .

السرعة النوعية :

السرعة النوعية للطلمبة هى عبارة عن عدد اللفات فى الدقيقة التى يجب أن تدور بها مروحة إذا خفضت فى الحجم لتعطى تصرف جالون فى الدقيقة على رفع كلى قدره قدم واحد .



منحنيات أداء طلمبة معينة بمراوح مختلفة القطر

شكل رقم (٦٥)

والسرعة النوعية لأى طلمبة هى عبارة عن الدليل لطراز الطلمبة باستخدام التصرف والرفع لها عند أحسن كفاءة ، وهى تعطى شكل وتصميم المروحة .

وعموما فإن مراوح الرفع العالى ذات سرعة نوعية منخفضة ، ومراوح الرفع المنخفض ذات سرعة نوعية عالية .

ويمكن حساب السرعة النوعية للطلمبة باستعمال المعادلة :

$$\text{السرعة النوعية} = \frac{\text{ن ك}^{\frac{1}{2}}}{\text{ع}^{\frac{3}{4}}}$$

حيث ن = عدد اللفات للطلمبة فى الدقيقة

ك = التصرف بالجالون فى الدقيقة

ع = عامود الرفع بالقدم

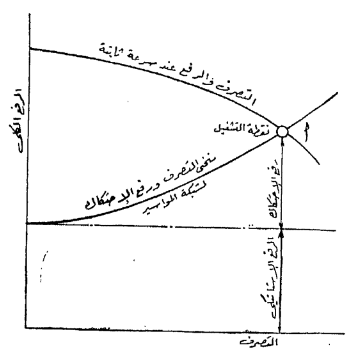
ويمكن تحديد نوع مروحة الطلمبة من الجدول التالى :

السرعة النوعية	مدخل السحب	جسم الطلمبة	المروحة	ملاحظات
٧٠٠ — ٢٥٠٠٠	واحد	حلزون	نصف قطرى	تفك عادة من نهايتها
٧٠٠ — ٢٠٠٠٠	«	متمركز نصف قطرى بحلقة دليلية	«	عادة متعددة المراحل
١٢٥٠ — ٤٥٠٠٠	مزدوج	حلزون	«	مرحلة واحدة
١٢٥٠ — ٢٥٠٠٠	«	«	«	متعددة المراحل
٣٠٠٠ — ٦٠٠٠٠	واحد	«	إنسياب مختلط	
٣٠٠٠ — ٦٠٠٠٠	«	متمركز	«	
٥٠٠٠ — ٧٥٠٠٠	مزدوج	حلزون	«	
٧٠٠٠ — ١٢٠٠٠٠ أو أكثر	واحد	متمركز بريش دليلية محورية	إنسياب محورى	يمكن أن تصنع متعددة المراحل

وأكثر الأنواع صلاحية لرفع مياه المجارى هى النصف قطرى وذلك لكفاءتها ضد الانسداد أما المروحة ذات الانسياب المختلط فتمر بها المياه تقريبا محورية وقطرية وبذا تكون معرضة للانسداد كما أن من أهم عيوبها عدم إمكانها سحب المياه من عمود رفع عالى .

٥ — منحنيات التصرف والرفع لتحديد نقط تشغيل الطلمبة :

يوضح الشكل رقم(٦٦) المنحنيات التى يمكن الحصول عليها بربط منحنى رفع الاحتكاك لشبكة المواسير مع الرفع الاستاتيكى لها — ورسم منحنى رفع الاحتكاك يوضح العلاقة بين التصرف والاحتكاك فى المواسير والمحابس والقطع المخصوصة فى خطوط المص والطرد — ولما كان رفع الاحتكاك يتغير بالنسبة لمربع التصرف لذلك يكون المنحنى (قطع مكافىء) ويكون الرفع الاستاتيكى هو الفرق بين منسوبى الماء فى المص والطرد .



منحنيات التصرف والرفع لتحديد نقطة تشغيل الطلمبة

شكل رقم (٦٦)

ويتقابل منحنى التصرف والرفع للطلمبة مع منحنى رفع الاحتكاك لشبكة المواسير فى النقطة ا وهى نقطة التشغيل للعملية .

ويمكن حساب رفع الاحتكاك للمواسير بالمعادلة السابق ذكرها وهى :

$$\text{رفع الاحتكاك} = \frac{٤\ ن\ ل\ س^{٢}}{٢\ جـ\ ق}$$

حيث ن = معامل الاحتكاك لمادة خط المواسير ، ل = طول الماسورة ، س = سرعة المياه ، جـ = عجلة التثاقل ، ق = قطر الماسورة

ومعامل الاحتكاك يختلف باختلاف مادة الماسورة وقطرها ويمكن حسابه لمواسير الطرد من الزهر والصلب الجديدة من المعادلة :

$$ن = ٠٫٠٠٦٤ \left(١ + \frac{١}{٤٠\ ق} \right)$$

حيث ق = قطر الماسورة

أما بالنسبة لرفع الاحتكاك فى المحابس والقطع المخصوصة فيمكن حسابه بزيادة طول المواسير بأطوال مختلفة ويمكن استعمال الجدول الآتى :

قطر الماسورة بالبوصة	طول الماسورة المستقيمة بالقدم التى تعطى نفس المقاومة							
	كوع غطس	كوع متوسط نصف القطر	كوع كبير نصف القطر	كوع ٤٥°	T	محبس سكينة مفتوح	محبس كروى مفتوح	بلف رداخ مفتوح
١	٢ر٧	٢ر٣	١ر٧	١ر٣	٥ر٨	٠ر٦	٢٧	٦ر٧
٣	٨ر١	٦ر٨	٥ر١	٣ر٨	١٧ر٠	١ر٧	٨٥	٢٠ر٠
٤	١١ر٠	٩ر١	٧ر٠	٥ر٠	٢٢ر٠	٢ر٣	١١٠	٢٧ر٠
٥	١٤ر٠	١٢ر٠	٨ر٩	٦ر١	٢٧ر٠	٢ر٩	١٤٠	٣٣ر٠
٦	١٦ر٠	١٤ر٠	١١ر٠	٧ر٧	٣٣ر٠	٣ر٥	١٦٠	٤٠ر٠
٨	٢١ر٠	١٨ر٠	١٤ر٠	١٠ر٠	٤٣ر٠	٤ر٥	٢٢٠	٥٣ر٠
١٠	٢٦ر٠	٢٢ر٠	١٧ر٠	١٣ر٠	٥٦ر٠	٥ر٧	٢٩٠	٦٧ر٠
١٢	٣٢ر٠	٢٦ر٠	٢٠ر٠	١٥ر٠	٦٦ر٠	٦ر٧	٣٤٠	٨٠ر٠
١٤	٣٦ر٠	٣١ر٠	٢٣ر٠	١٧ر٠	٧٦ر٠	٨ر٠	٣٩٠	٩٣ر٠
١٦	٤٢ر٠	٣٥ر٠	٢٧ر٠	١٩ر٠	٨٧ر٠	٩ر٠	٤٣٠	١٠٧ر٠
١٨	٤٦ر٠	٤٠ر٠	٣٠ر٠	٢١ر٠	١٠٠ر٠	١٠ر٢	٥٠٠	١٢٠ر٠
٢٠	٥٢ر٠	٤٣ر٠	٣٤ر٠	٢٣ر٠	١١٠ر٠	١٢ر٠	٥٦٠	١٣٤ر٠
٢٤	٦٣ر٠	٥٣ر٠	٤٠ر٠	٢٨ر٠	١٤٠ر٠	١٤ر٠	٦٨٠	١٦٠ر٠
٣٦	٩٤ر٠	٧٩ر٠	٦٠ر٠	٣١ر٠	٢٠٠ر٠	٢٠ر٠	١٠٠٠	٢٤٠ر٠

القوة اللازمة لإدارة الطلمبة :

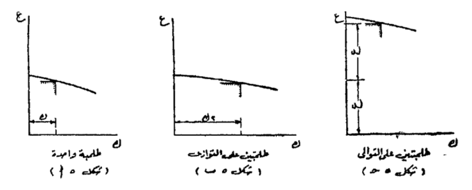
يمكن حساب القوة اللازمة لإدارة الطلمبة من المعادلة الآتية :

$$ق = \frac{ص \times ع}{٧٥ \times ك}$$

حيث ق = القوة اللازمة لإدارة الطلمبة بالحصان
ص = التصرف للطلمبة باللتر / ثانية
ع = عمود الرفع المانومترى الكلى
ك = كفاءة الطلمبة فى المائة

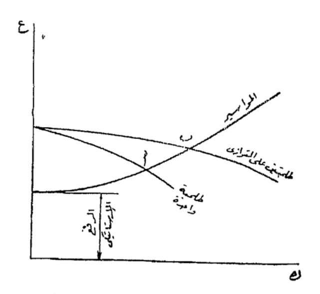
تشغيل الطلمبات على التوازى أو على التوالى :

شكل ٦٧ ، شكل رقم ٦٨



ا ، ب ، جـ منحنى التصرف فى حالة طلمبة واحدة وطلمبتين على التوازى وطلمبتين على التوالى

شكل رقم (٦٧)



(ا) نقطة التشغيل فى حالة طلمبة واحدة

(ب) نقطة التشغيل فى حالة طلمبتين على التوازى

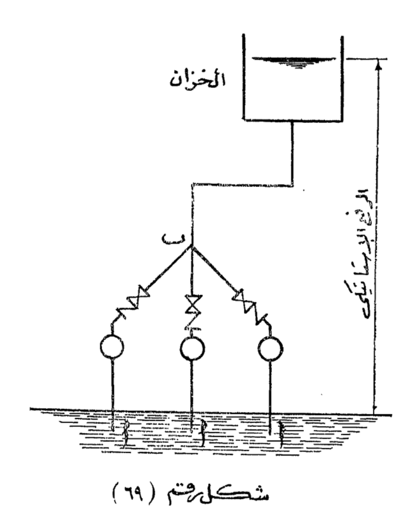
شكل رقم (٦٨)

تشغيل محطات الرفع على التوازى :

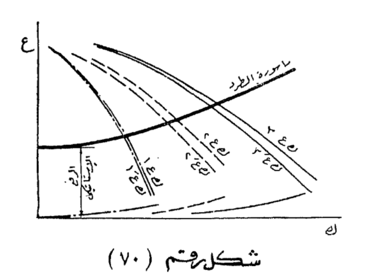
يمكن أن تعمل محطات الرفع على التوازى بحيث تطرد المياه فى خط طرد واحد بدون أى متاعب حتى لو كانت الطلمبات مختلفة عن بعضها البعض من ناحية منحنياتها — ولتنفيذ ذلك يجب مراعاة ألا يزيد الضغط فى خط الطرد عن نقطة القفل لأى طلمبة .

ونأخذ مثال لذلك ثلاثة طلمبات تعمل على التوازى ولكل طلمبة مواسير ومحابس منفصلة حتى النقطة ب كما فى شكل (٦٩) ، ونظراً لأن الطلمبات تختلف فى الحجم لذلك يختلف الفاقد فى الرفع من ا إلى ب ونظرا لأن الطلمبات لها منحنيات مختلفة ويحتمل أن تعمل طلمبتين أو ثلاثة معا لذلك تتأثر تصرفاتها حسب تغييرات الرفع فى ماسورة الطرد المشتركة .

والشكل رقم (٧٠) يوضح منحنيات الفاقد فى الاحتكاك لكل طلمبة من ا إلى ب لذلك تخفض المنحنيات لكل طلمبة ك ع$_1$ ، ك ع$_2$ ، ك ع$_3$ بواقع فاقدها فى الرفع وبذا نحصل على المنحنيات ك ع$'_1$ ، ك ع$'_2$ ، ك ع$'_3$.



شكل رقم (٦٩)



شكل رقم (٧٠)

ويرسم منحنى ماسورة الطرد من النقطة ب حتى منسوب قاع الخزان مع أخذ فى الاعتبار الرفع الاستاتيكى من النقطة ا حتى منسوب المياه فى الخزان. يمكن الحصول على نقطة التشغيل فى حالة تشغيل طلمبة واحدة أو طلمبتين أو ثلاثة كما سبق ذكره .

المحركات الكهربائية :

الغرض : تستخدم المحركات الكهربائية فى عمليات المجارى كقوى محركة لتشغيل : الطلمبات بجميع أنواعها ـ ضواغط الهواء ـ أجهزة تطهير الشبك ـ أجهزة تفتيت الرواسب ـ أجهزة تنظيف أحواض التنقية ـ زحافات تنظيف أحواض الترسيب ـ فتح وقفل البوابات ـ وغير ذلك من الآلات التى تحتاج إلى قوى لتشغيلها .

الطراز والنوع :

يجب أن تشمل المواصفات المطلوبة للمحركات الكهربائية ما يلى :

الطراز ـ القوة ـ السرعة ـ الجهد ـ الذبذبة ـ الأوجه ـ نوع العزل ـ نوع الكراسى ـ طريقة الإدارة ـ التصميم الميكانيكى ـ التركيب .

وأهم مايحدد نوع المحرك الكهربائى هو مكان تركيبه ، رطبا كان أو جافا فى جو حار أو معتدل ، وجود غازات بمكان تركيبه سواء ما كان منها يعمل على تآكل أجزائه أو ما كان قابلا للاشتعال ، ولكل من هذه الحالات نوع وطراز من المحرك يجب استخدامه ، فأما النوع المفتوح أو النصف مقفول أو المقفول ، كما يحدد نوع المحرك كذلك مقدار القوى اللازمة للتشغيل :

وأفضل الأنواع الشائعة الاستخدام هو النوع القفصى السنجابى وذلك لبساطة تصميمه ورخص ثمنه وهو يستخدم إن كانت الإدارة مستمرة والحمل

ثابتاً ولا ينصح باستخدامه إن تعددت حالات توقف المحرك وإعادة تشغيله أو تذبذب الحمل .

وتستخدم المحركات ذات حلقات الانزلاق إن زادت القوى المطلوبة عن حوالى ١٠٠ حصان . وتستخدم المحركات التزامنية إن كان عدد مرات الإيقاف والتشغيل قليل فهى مناسبة للمحطات الكبيرة ، وهى تساعد على رفع معامل القدرة .

ولما كانت معظم المحركات المستخدمة لتشغيل الطلمبات تتصل بها مباشرة وبذا فهى معرضة إلى حد ما لغازات مياه المجارى ، لذا يفضل استخدام المحركات من النوع المقفول المزود بترتيب لتهوينه .

ويجب تبريد المحركات الكبيرة بالهواء أو الماء وذلك إن كانت درجة الحرارة بها مرتفعة ، ومن غير المرغوب فيه أن تكون درجة الحرارة بالمحركات عالية ، لذا يجب تحديد القوة والحمل بحيث لا يتعدى الحدود التى تسمح بها المواصفات القياسية للصناعات الكهربائية المعمول بها بالدولة التى تم بها تصنيع المحرك .

السرعة :

يفضل أن تكون طلمبات المجارى ذات سرعة منخفضة ، لذا يستخدم فى تشغيلها محركات منخفضة السرعة .

وللحصول على مدى أكبر لتصرف ورفع الطلمبة لتناسب حالات التشغيل يلزم تغيير سرعة المحرك ـ وأقل الطرق فى تكاليف تغيير للسرعة هو المحرك ثلاثى الأوجه فيتم التغيير عن طريق عدد أقطابه ، إذ أن السرعة تتناسب مع عدد الأقطاب طبقا للمعادلة :

$$\text{سرعة التزامن (لفة فى الدقيقة)} = \frac{\text{١٣٠} \times \text{عدد الذبذبات فى الثانية}}{\text{عدد اقطاب المحرك}}$$

لذا ، لا يمكن تشغيل المحرك بسرعة خلاف المحددة بعدد الأقطاب .

القوى :

يجب عند اختيار المحرك الكهربائى أن تزيد قوته عن القوى المطلوبة لإدارة الطلمبة عند أقصى حمل وعند أى تصرف ورفع لها .

وتحدد مواصفات المحركات الكهربائية المستخدمة فى تشغيل طلمبات المجارى بحيث تكون القوى المطلوبة زيادة عن اللازم للتشغيل بما لا يقل عن ٢٥ ٪ ، وأن ينص بها على وجوب عدم زيادة درجة الحرارة بملفات المحرك عند الحمل الكامل عن ٤٠° مئوية عن درجة حرارة الجو المحيط .

كما ينص على أنه بعد إدارة المحرك لمدة ستة ساعات على الحمل الكامل يمكن إدارته لمدة ساعتين على حمل قدره ٢٥ ٪ زيادة عن الحمل الكامل دون حدوث أية متاعب .

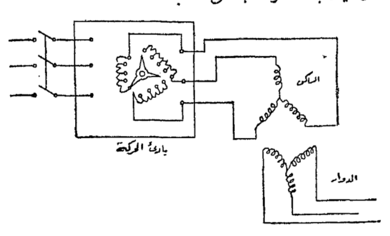
التقويم وبادىء الحركة :

تتوقف الطريقة التى يجب استخدامها لبدء تحريك وتشغيل المحرك الكهربائى على حجم ونوع المحرك وعلى جهد التغذية للمصدر الذى يتم توصيله به لتحريكه : فيجب أن يؤخذ فى الاعتبار التأثير الكبير الناجم من تيار بدء الحركة على جهد التغذية الذى فى الغالب مايقوم فى الوقت نفسه بتغذية أحمال أخرى قد تتأثر بفقد الجهد فى الخطوط المغذية نتيجة لسريان تيار بدء الحركة فى هذه الخطوط ، وتلافيا لمتاعب الشبكة من أثر تيارات بدء الحركة للمحركات وهى تيارات شديدة الارتفاع فقد جرى العرف من الناحية العملية على تخفيض تيارات بدء الحركة — ويمكن ذلك فى المحركات ذات القفص السنجابى بتخفيض الجهد المسلط على العضو الساكن فينخفض تيار بدء الحركة بنفس نسبة تخفيض الجهد .

أولا : بدء الحركة لمحرك القفص :

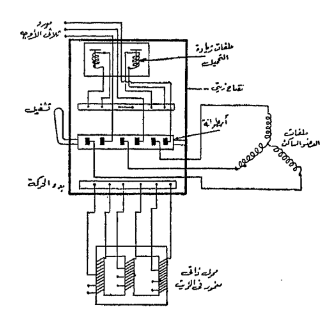
١ — التوصيل المباشر على الخط — وينحصر استخدام هذه الطريقة فى المحركات الصغيرة والتى لاتتجاوز قدرتها ١٠ حصان ، إذ أن تيار بدء الحركة فيها لا يؤثر على الشبكة .

٢ — استخدام بادىء الحركة ثلاثى الشعب — من السهل إدخال مقومات إضافية فى دائرة العضو الساكن ثم فصلها بعد أن يكتسب المحرك سرعته وموضح بالشكل رقم (٧١) توصيلات لمثل هذه الدائرة ، والغرض من إدخال هذه المقومات هو تخفيض الضغط المسلط على الساكن بنسبة ما فينخفض تيار بدء الحركة بنفس النسبة .



شكل رقم (٧١)

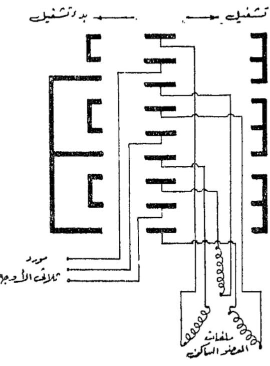
٣ — بدء الحركة بالمحول الذاتى — والشكل رقم (٧٢) يوضح دائرة التوصيلات بهذه الطريقة ويتكون من قاطع زيتى ذو موضعين لتشغيله ، أحدهما لبدء الحركة والآخر للتشغيل العادى وذلك من محول ذاتى ثلاثى الأوجه مزود بنقط لتقسيم الضغط — ولبدء الحركة ، يحرك المفتاح الأسطوانى الزيتى إلى الموضع المؤشر عليه (بدء التشغيل) وهو الموضع الذى يوصل جزءا من ملفات المحول الذاتى مع كل وجه من أوجه العضو الساكن، وبقفل المحول الذاتى ينخفض الجهد المسلط على العضو الساكن فينخفض تبعا لذلك تيار بدء الحركة وبالتالى ينخفض عزم الدوران .



شكل رقم (٧٢)

وبعد أن يكتسب المحرك سرعته العادية ينقل المفتاح الأسطوانى للقاطع الزيتى إلى الموضع المؤشر عليه (تشغيل) وبذا يتصل المحرك بالخط مباشرة بجهده الكامل ، أى أن ملفات المحول الذاتى تفصل فى هذا الموضع . ويلزم إجراء وقائى وذلك بتوصيل ملفا الحمل الزائد بالتوالى مع وجهين من أوجه المحرك ليعملا على فصل القاطع الزيتى وبالتالى فصل المحرك إذا حدثت زيادة كبيرة فى الحمل أو حصل خطأ ، وبذا نضمن الوقاية اللازمة للمحرك .

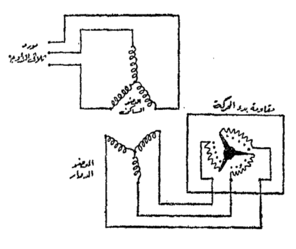
٤ — بدء الحركة بمفتاح استار دلتا — الشكل رقم (٧٣) يوضح دائرة التوصيلات لبدء الحركة بمفتاح استار دلتا — ويستخدم لذلك مفتاح توصيل أسطوانى يعمل على توصيل ملفات الساكن بتوصيله استار عند بدء الحركة وبذا يكون جهد الوجه $\frac{1}{\sqrt{3}}$ من جهد الخط أى نصل إلى تخفيض الجهد — وبعد أن يكتسب المحرك سرعته يغير التوصيل إلى توصيلة دلتا ويكون فيها جهد الوجه هو جهد الخط — وهذه الطريقة قليلة التكاليف ، لذا تستخدم على ناطق واسع .



شكل رقم (٧٣)

ثانيا : بدء الحركة لمحركات حلقات الانزلاق :

إذا وضعت المقاومة الكافية فى دائرة العضو الدوار فى لحظة بدء الحركة أمكن أن يعطى عزم دوران قد يصل إلى ضعف عزمه عند الحمل الكامل — ومن السهل إدخال مثل هذه المقومات الإضافية فى محركات حلقات الانزلاق وذلك بتوصيل حلقات الانزلاق الثلاثة (الموصلة بأوجه العضو الدوار) بثلاثة مقومات منفصلة كما فى شكل (٧٤) — ولبدء الحركة يحرك الذراع الثلاثى للمقاومة ليوصل بنقطة التلامس الأولى من كل مقاومة بحيث تدخل فى كل وجه أكبر مقاومة بينما تتكون نقطة النجمة من نقطة تلاقى الأذرع الثلاثة ، وبذلك تغلق ملفات العضو الدوار وبانتقال الذراع على قطع التلامس تزداد سرعة المحرك حتى يكتسب سرعته العادية وتفصل عندئذ المقاومات من دائرة الدوار ويعمل المحرك حينئذ كما لو كان من طراز القفص .



شكل رقم (٧٤)

ولما كانت مقاومة الدوار نفسه صغيرة فان مقاومة الفرش وأسلاك التوصيل التى توصل حلقات الانزلاق بمقاومة بادىء الحركة قد تكون ذات قيمة يعتد بها بحيث (هى الأخرى فى الدائرة) قد تحول دون وصول عزم الدوران إلى القيمة اللازمة للحمل الكامل حتى ولو كان المحرك يعمل بسرعته الصحيحة . وقد أمكن التغلب على هذه الصعوبة بتزويد حلقات الانزلاق بجلبة للقصر يتم عن طريقها قصر هذه الحلقات لتخفيض عوامل النحر والتآكل . ولمنع إمكان بدء الحركة مرة أخرى وحلقات الانزلاق مقصورة يوصل أحد الأسلاك الناقلة للتيار للعضو الساكن بالذراع التى تشغل جلبة القصر حتى لا يمكن بدء تحرك المحرك إلا إذا كان هذا الذراع فى موضعه الصحيح .

ومن أنواع مقاومات بدء الحركة لمحركات حلقات الانزلاق نوع من المقاومات السائلة ، ومنها توصل حلقات الانزلاق بثلاث ريش تحركها رافعة ومجموعة من التروس لتنغمس هذه الريش عند حركتها فى حوض مملوء بسائل يتكون من محلول الماء والملح أو الماء والصودا ، وتتكون نقطة النجمة عند بدء الحركة من السائل نفسه ، ولكن عند ما يكتسب المحرك سرعته تتصل الريش بثلاثة توصيلات مقصورة مثبتة بقاع الحوض . وبعد أن تصل هذه الريش إلى نهاية مشوارها ويتم الاتصال بالتوصيلات المقصورة المشار إليها

بقاع الحوض يعمل بعدئذ القصر بحلقات الانزلاق بحلبة القصر السابق ذكرها . فاذا كانت إحدى حلقات التزحلق موصلة هى ونقطة النجمة للدوار بالأرض فلا يلزم من الريش إلا اثنين .

وتستخدم هذه المقاومات السائلة مع المحركات ذات حلقات الانزلاق الكبيرة الحجم وتهيأ فى الغالب لبدء حركة المحركات لعزم دوران يبلغ ضعف عزمها عند الحمل الكامل ويكتسب المحرك سرعته فى مدى نصف دقيقة .

الأخطار التى تتعرض لها المحركات :

تتعرض المحركات الكهربائية لبعض الأخطار منها تغييرات فى مصادر التيار أو عدم كفاءة التشغيل وسوء الاستخدام .

ويمكن أن يتعرض المحرك الكهربائى إلى تغيير فى الأوجه والذبذبة والجهد . وفى حالة قطع التيار عن وجه واحد أو أكثر من التيار عند ما يكون المحرك فى حالة توقف فلا يمكن بدء الحركة — ولكن إذا حدث القطع أثناء عمل المحرك فى هذه الحالة يعمل المحرك وجهين أو وجه واحد مما يجعل عزم المحرك أقل من عزمه عند الحمل الكامل وعلى ذلك يحمل المحرك وتزداد شدة التيار فى ملفاته زيادة عن الحد المقرر له ، مما قد يؤدى إلى تلفه ، ولذا يجب أن يزود المحرك بالحماية اللازمة ضد زيادة الحمل .

ولما كان عزم المحرك الكهربائى يتغير مع مربع الجهد الواقع عليه ، لذا فإنه فى حالة هبوط الجهد عن الحمل الكامل للمحرك يمكن أن يؤدى إلى انهياره ، وقد وجد أن هبوط الجهد حوالى ٢٠ — ٢٥٪ مع زيادة طفيفة فى الحمل قد يؤدى إلى انهيار المحرك وتلفه ، وأن تشغيل المحرك على جهد زيادة عن جهده العادى يزيد الفقد الحديدى ، ويقل الفقد النحاسى ، ويعرض المواد العازلة للملفات إلى التلف نتيجة لارتفاع درجة حرارة القلب ... والانزلاق

يتغير عكسيا مع الجهد ، كما أن السرعة والعزم يتغيران مع ذبذبة التيار ، وزيادة الذبذبة تزيد الفقد الحديدى ، مما يزيد درجة الحرارة ، ولما كانت القوة اللازمة لطلمبة طاردة مركزية تتغير تقريبا مع مكعب السرعة ، لذلك ففى حالة أى خفض فى الذبذبة ينتج عنه زيادة الحمل على المحرك وما يتبعه من تأثير عليه .

وعموما فالمحركات لا تتأثر كثيراً بزيادة أو نقص الجهد والذبذبة فى حدود حوالى ١٠٪ وقطع التيار فجأة لا يؤثر تأثيرا خطيراً على المحرك ، إلا إذ كان متصلا بحمل قابل للعكس مثل طلمبة طاردة مركزية وفى هذه الحالة يجب اتخاذ اللازم لحماية المحرك والطلمبة من عكس الحركة كوضع بلوف رادخ على فرع الطرد للطلمبة .

وفى حالة تشغيل المحرك آليا فيلزم عمل الحماية اللازمة ضد قطع التيار وإعادته كما يجب حماية المحركات الكهربائية من تغير التيار وزيادة الحمل أثناء التشغيل بواسطة أجهزة قطع التيار فى حالة أى خطورة .

أجهزة التحكم وتوزيع الكهرباء :

الغرض من أجهزة التحكم وتوزيع الكهرباء هو توريد الكهرباء بالحد اللازم لتشغيل المحركات الكهربائية بمحطات المجارى .

جهد التغذية :

يورد التيار الكهربائى لأعمال المجارى بالجمهورية من مؤسسة توزيع القوى الكهربائية بجهد ٣٨٠ فولت للمحطات الفرعية وجهد ١١٠٠٠ فولت لمحطات الرفع الرئيسية ، ويخفض جهد التيار إلى الجهد المطلوب لتشغيل المحركات الكهربائية بواسطة محولات خاصة تركب فى مبانى خاصة ملحقة بمبانى المحطة .

وعادة يورد التيار الكهربائى لمحطات المجارى من مصدرين أو ثلاثة

حسب أهمية المحطة بحيث يسهل تحويل التيار من مصدر إلى آخر فى حالة انقطاع التيار الكهربائى عن أى منها .

المحولات الكهربائية :

تركب المحولات بمحطات رفع مياه المجارى لتخفيض جهد التغذية من ١١٠٠٠ فولت إلى ٣٣٠٠ فولت لتشغيل المحركات الكهربائية الكبيرة التى تزيد قوتها عن ٢٥٠ حصان تقريبا أو إلى ٣٨٠ فولت لتشغيل المحركات التى تقل قوتها عن ذلك .

ويشترط فى مواصفات المحولات أن تكون من النوع الذى يركب خارج المبانى وذات ملفات مزدوجة مغمورة فى الزيت و بتبريد ذاتى .

التوصيلات :

يجب أن توصل ملفات الجهد العالى دلتا بينما ملفات الجهد الواطى ستار على أن تكون نقطة التعادل خارج المحول . كما يجب أن يزود المحول بنقط توصيل بحيث يمكن تغيير الجهد فى حدود ± ٢ر٥ ، ± ٥٪ من الجهد العادى . كما يجب أن يعمل الترتيب اللازم لتشغيل المحولات من كل نوع على التوازى.

لوحات التوزيع الكهربائية :

تستخدم لوحات التوزيع الكهربائية لاستقبال التيار المورد وتوزيعه على الأحمال المختلفة بالمحطات ، وتركب لوحات التوزيع بالمحطات الفرعية من النوع المقفول ، أو من النوع ذو الصناديق الحديدية المعلقة على الحائط أو من النوع ذو الدواليب الصاج الذى يحتوى على جميع الأجهزة الخاصة بها مع عمل الترتيب اللازم لفتحها من الخلف بأبواب خاصة .

أما فى المحطات الرئيسية الكبيرة فتركب لوحات من الدواليب الصاج من النوع القابل لسحب الأجهزة من داخلها .

وقواطع التيار على عدة أنواع .. وهى قسمان أحدهما هوائى والآخر زيتى وقد يمكن فى بعض الحالات سحب المفتاح نفسه من قضبان التوزيع التى تكون موصلة بالوحدة التالية — ويتم فصل التيار فى حوض زيتى ذو تصميم خاص يعمل على تلاشى القوس الكهربائى فى لحظة الفصل تماما .. وكثيراً ما تستخدم القواطع ذات الصناديق فى حالات الضغط العالى ولكنها تستخدم أيضا مع الضغوط المنخفضة ذات التيار الكبير

وتستخدم عدة أجهزة لوقاية الدوائر ومن أكثرها استخداما أجهزة الفصل عند زيادة الحمل كما تزود القواطع بفواصل ضد هبوط الجهد .

كما تزود اللوحات بمحولات تخفيض الجهد ومحولات التيار لأجهزة القياس وتشغيل الفواصل وكذلك العدادات اللازمة للقياس والاميرومترات وخلافه .

ويجب مراعاة تركيب خليتين لدخول التيار وخلية لكل وحدة من الطلمبات الرئيسية مع تخصيص خلية منفصلة لتشغيل ملحقات المحطة وإنارتها الداخلية والخارجية . وفى المحطات الفرعية يجب عمل الترتيب اللازم لتشغيل الوحدات أوتوماتيكيا بواسطة عوامة منفصلة لكل بحيث تعمل إحدى المجموعات أوتوماتيكيا عند ارتفاع المنسوب عن حد معين وتعمل المجموعة الثانية عند منسوب أعلا ويتم ذلك بتوصيل هذه العوامات بمفاتيح خاصة (عن طريق بكر وأسلاك) تدخل فى دائرة المقوم الخاص بالمحرك الكهربائى .. ويجب أن يراعى تصنيع العوامة والأسلاك الموصلة بها من مواد تقاوم مياه وغازات المجارى ويفضل أن تصنع من النحاس .

الماكينات الديزل :

تستخدم ماكينات الديزل فى إدارة الطلمبات بمحطات المجارى أو فى توليد الكهرباء فى حالة انقطاع التيار .

الأنواع :

من أنواع ماكينات الديزل ذات الاحتراق الداخلى المستخدمة فى أعمال المجارى ما يأتى :

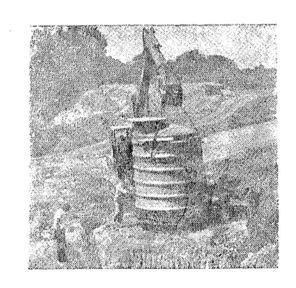
١ — ماكينات البترول : وهى تعمل بالبنزين أو الكيروسين ، وتستخدم بالمحطات الصغيرة وتمتاز برخص ثمنها الأولى وتقويمها السريع ، ولذا لا تستخدم إلا فى مجموعات الطوارىء .

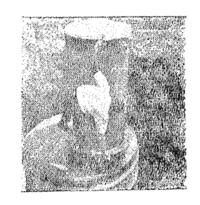
٢ — ماكينات الديزل : وهى تعمل بزيت الديزل ، وتمتاز بكفاءة حرارية عالية ولو أنها مرتفعة الثمن إلا أنها مثالية فى التشغيل المستمر .

٣ — ماكينات ثنائية الوقود : وهى تعمل إما بزيت وقود ديزل أو بأى وقود غازى مثل غاز الاستصباح أو الميثين ويمكن تغيير الوقود دون إيقاف الماكينة وهى تستخدم فى عمليات معالجة مياه المجارى حيث يمكن استغلال غاز الميثين المولد من عملية تخمير الحمأة فى تشغيل هذه الماكينات.. وعادة ما تستخدم هذه الماكينات لتوليد الكهرباء .

محطات صغيرة سابقة الصنع بالمصنع :

وتوجد محطات للتصرفات الصغيرة سابقة الصنع بالمصنع وهى عبارة عن غرفة من حديد الزهر أو الصلب وتحوى كافة التجهيزات من طلمبات ومحركات وأجهزة لتشغيلها ، وتوضع فى الموقع المحدد لها بعد إتمام حفره للمنسوب ، ثم يتم الردم حولها ، ولها فتحة بأعلاها للنزول لداخل المحطة والخروج منها للكشف عليها — وتعمل بتيار كهرباء المدينة ولها ماسوره داخل متصلة بالبئر المراد رفع مياهه وماسورة طرد لرفع ونقل المياه من المحطة إلى مكان تصريفه شكل رقم (٧٥) .





محطة كاملة سابقة الصنع بالمصنع

شكل رقم (٧٥)

الروافـــع

هى محطة تستخدم لرفع مياه مجارى المناطق وقدرتها صغيرة ، فأقصى حمل لأكبرها هو حوالى ٥٠٠٠ م٣ / اليوم وهى بسيطة التكوين عبارة عن غرفة للرافع تنشأ تحت سطح الأرض بها علبة أو أكثر تملأ بمياه المجارى من ماسورة الداخل وترفعها وتنقلها فى ماسورة الطرد بالاستعانة بالهواء المضغوط فهو القوى المحركة للروافع ، ولتشغيل الرافع يجب ألا يقل ضغط الهواء به عن ١٩ رطل على البوصة المربعة .

وحجرة الرافع غالباً ما تكون دائرية المسقط الأفقى وتنشأ من الزهر أو الخرسانة المسلحة .

حجرة الرافع من الزهر :

وهى عبارة عن حجرة من الزهر حافتها السفلى حادة لتساعد على تغويصها، وتركب فى الموقع بعد حفره بسعة مقطع الحجرة ولمنسوب مرتفع قليلا عن منسوب مياه الرشح ثم يركب على الحجرة جهاز التغويص بالهواء المضغوط ، وهو عبارة عن غرفة محكمة لها بابين لدخول وخروج العمال والمهمات وناتج الحفر إلى ومن حجرة الرافع دون تسرب الهواء المضغوط منها، وبضغط الهواء والحفر يتم تغويص الحجرة إلى المنسوب المطلوب . وبعد ذلك تركب أرضية الحجرة مع ترك فتحتين بها يركب بكل ماسورة قطر ٢ بوصه تدق بعمق متر بقاع الحفر ، والأرضية عبارة عن قطع من الزهر تربط ببعضها وبحوائط الحجرة ، بعد ذلك يضغط أسمنت لبانى فى المواسير المذكورة لملء الفجوات التى قد توجد بالأرض المرتكزة عليها الحجرة ، وبعد التأكد من ملء جميع فجواتها ، ويستدل على ذلك بعدم قبول الفتحتين أى لبانى إضافى، تقطع مواسير السقية على منسوب قاع الحجرة وتغطى فتحاتها بالحديد الزهر وتلحم . .

وبالحجرة أربع فتحات إحداها لماسورة الداخل لمياه المجارى والثانية لماسورة الهواء المضغوط لتشغيل الرافع وفتحة لماسورة طرد مياه المجارى والرابعة لماسورة عادم الهواء . ثم يركب بعد ذلك غطاء الحجرة وهو من الزهر وبه فتحة مربعة ٦٠ سم × ٦٠ سم لنزول العاملين للتفتيش الدورى على الرافع ، كما توجد به فتحة أخرى كبيرة ذات غطاء محكم تستعمل عندما يراد رفع أو إنزال أى من أجزاء الرافع .

ويراعى لحام قطع زهر الغرفة بمنتهى الدقة حتى تكون مانعة لتسرب أى مياه لداخلها . . وإن وجد أى تسرب وجب معالجته .

حجرة الرافع من الخرسانة المسلحة :

تنشأ حجرة الرافع من الخرسانة المسلحة بطريقة التغويص بالأرض الغير صخرية وبنفس الطريقة تماما لتغويص حجرة محطات الرفع المنشأة تحت سطح الأرض وتختلف عنها بعدم وجود بيارة وبالتبعية عدم الحاجة إلى حائط حاجز بالحجرة ، وبما أن قوى تشغيل الرافع هى الهواء المضغوط فلا حاجة إلى غرفة المحركات . وبذا فجميع حجرات الروافع عبارة عن حجرة اسطوانية منشأة تحت سطح الأرض وتشمل علب الروافع ونافذة منها المواسير الأربعة السابق ذكرها وتنشأ تحت الشوارع أو الميادين ، ويستحسن أن تنشأ بالحدائق إن تيسر حتى لا تعوق حركة المرور عند تنفيذها أو عند التفتيش عليها أو إجراء ما قد يلزمها من إصلاح — وبالحجرة نفس الفتحات الموجودة بحجرات الروافع من الزهر ، سواء اللازم منها للمواسير أو للتفتيش أو لإنزال أو استخراج علب الروافع أو أجزاء منها .

وحجرة الرافع المنشأة من الخرسانة المسلحة أسهل وأقل تكلفة سواء فى التنفيذ أو فى الصيانة من الحجرة المنشأة من الزهر التى من أهم عيوبها عدم وجود أى وسيلة لإصلاحها فى حالة تآكل جدرانها ، مما يستلزم إنشاء حجرة أخرى بديلة .

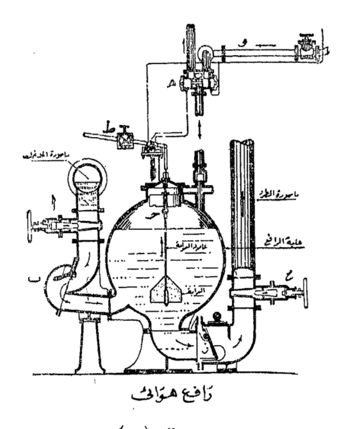
والحفر اللازم لحجرة الرافع سواء كانت من الزهر أو الخرسانة المسلحة في الأرض الصخرية يتم بالطريقة المعروفة للحفر بالصخر .

علب الرافع :

غالبية الروافع مزودة بعلبتين ونادراً ما يكون بها أقل أو أكثر من ذلك وسعة العلب تتراوح بين ٢٠ ، ٥٠٠ جالون . وفي المعتاد تملأ العلبة في دقيقة ويتم تفريغها في دقيقة أخرى ، وقد تنقص مدة الملء والتفريغ إلى النصف في حالة زيادة التصرف الوارد للرافع ، أما إن كان التصرف قليل فتزيد المدة إلى الحد الذي يتم فيه ملء العلبة ، ويجب أن تزود كل علبة بفتحة بأعلاها لها غطاء يمكن استخدامها للكشف على العلبة وإجراء ما يلزمها من إصلاح .

طريقة عمل الرافع :

تجمع مياه مجاري المنطقة المراد رفعها بمطبق مجمع تخرج منه ماسورة واحدة تسمى بماسورة المدخل ويجب أن يكون منسوبها عند مدخلها بالرافع منخفضا بما لا يقل عن ٢٥ سم من منسوبها عند قاع بئر التجميع ويكون راسمها الأسفل أعلا من سطح الماء داخل العلبة عندما تكون مملوءة بالماء وتنحدر بها المياه إلى الرافع (شكل رقم ٧٦) بسرعة لا تقل عن ٩ سم / ثانية مارة بالصمام الحاجز (ا) وفاتحة للصمام المرتد (ب) فيندفع الماء إلى علبة الرافع حتى تملأها وبارتفاع الماء بالعلبة ترتفع العوامة (حـ) رافعة معها العمود المحملة عليه فيفصل الصمام (ى) فيفتح تبعا لذلك الصمام (هـ) فيدخل الهواء المضغوط من الماسورة (و) إلى العلبة فيضغط على ما بها من مياه مجاري ويطرده إلى ماسورة الطرد ماراً بالصمام المرتد (ز) والصمام الحاجز (ع) وفي الوقت نفسه يقفل الصمام المرتد (ب) تلقائيا — وعندما يتم تفريغ العلبة يهبط العمود الحامل للعوامتين بثقله فيحرك الصمام (ى) الذي يفصل الصمام (هـ) فيوقف دخول الهواء المضغوط للعلبة ويفتح ماسورة العادم (ط) فيهبط الضغط بالعلبة إلى الضغط الجوي



رافع هوائى

شكل رقم (٧٦)

فيقفل الصمام المرتد (ز) بثقل عمود الماء بماسورة الطرد ويفتح الصمام المرتد (ب) بثقل مياه المجارى الداخلة ، وهكذا تتكرر العملية .

وعادة يكون للرافع علبتين يعملان بالتناوب بنفس الطريقة السابق ذكرها . ويمر هواء العادم إلى الجو من ماسورة بقطر ٥ أو ٦ بوصة ترفع إلى منسوب أعلا من المنازل المجاورة لمنع التضرر مما يوجد به من رائحة ويخرج الهواء العادم محدثا صوتا عاليا ؛ لذا يجب تزويده بمخفض للصوت لتقليل ضوضائه ، والمخفض عبارة عن ماسورة بقطر كبير بحجم مساو لسعة العلبة تقريبا ، وقد يمر الهواء العادم خلال فحم مبلل فيمتص منه الغازات والرائحة الكريهة قبل السماح بنشره بالجو ، وقد توصل ماسورة العادم بمطبق الداخل حتى يسحب الهواء معه الغازات الموجودة بالمطبق فيساعد بذلك عملية تهوية الشبكة .

ومن مزايا الروافع الهوائية الآتى :

١ — تقبل الروافع مياه المجارى خام مباشرة دون حاجة إلى ضرورة سبق معالجتها بغرف للتصفية أو بيارات أو شبك أو قواطع ، الأمر الذى تتطلبه كله أو بعضه محطات الرفع الكهربائية أو الديزل .

٢ — بساطة أجهزة الرافع ورخص تكاليف إنشائه وسهولة تشغيله أو صيانته .

٣ — يقوم بعمله دون توقف مهما كان التصرف كبيرا أو قليلا وهو أطول آلات الرفع عمراً .

٤ — عند توقف إحدى العلبتين تستمر العلبة الأخرى فى العمل ويمكنها أن تقوم بالحمل منفردة .

٥ — يعمل الرافع بنفس الكفاءة مهما تغير التصرف الوارد إليه .

٦ — كفاءة الرافع لا تنقص باستمرار تشغيله أو بالقدم .

٧ — فى حالة طفح المياه وغرق غرفة الرافع يستمر فى العمل وفى إداء وظيفته دون خشية من تلف أجزائه .

٨ — يستفاد من هواء العادم فى تهوية شبكة المجارى .

٩ — غالبا ما يمكن بسهولة تسليك ماسورة طرد الرافع إن سدت وذلك باستعمال الهواء المضغوط الواصل إلى الرافع لإزالة ما بالماسورة من عوائق أو سدود .

١٠ — لا تحتاج لعمال لتشغيلها بل تعمل طوال الوقت ذاتيا ويكتفى بالمرور الدورى عليها مرة واحدة فى اليوم .

ومن عيوب الروافع الهوائية الآتى :

١ — ضرورة إنشاء محطة رفع للهواء المضغوط — لذا لا تستخدم الروافع بالمدن الصغيرة .

٢ — فى حالة توقف محطة توليد الهواء المضغوط لأى سبب كان توقفت جميع الروافع، لذا يجب تزويد المحطة بالتيار الكهربائى من أكثر من مصدر ، وإنشاء محطة ديزل لتوليد الكهرباء كاحتياطى للتيار ، وضرورة وجود كباسات احتياطية كافية. وهذه الاحتياطات تزيد الكثير من تكاليف الإنشاء

٣ — قلة جودة الرفع بالهواء المضغوط .

٤ — يحتاج إلى مد شبكة مواسير بالمدينة لتوصيل الهواء المضغوط للروافع وهذه الشبكة تحتاج إلى تكاليف للإنشاء والصيانة والمباشرة المستمرة للتأكد من كفاءة الشبكة وعدم زيادة الفاقد من الهواء المضغوط بها نتيجة القدم أو خروج الهواء من وصلات مواسيرها .

٥ — لا يمكن تزويد كل رافع بما يحتاجه من الهواء وبالضغط اللازم إذ أن مصدر الهواء واحد وهو محطة ضغط الهواء ، والروافع التى تغذيها هذه المحطة ليست على بعد متساوى منها ، فمنها القريب ومنها البعيد عنها .

ويمكن تفادى بعض ما ذكر من عيوب بإنشاء كباس خاص لكل رافع وبذلك .. تتوفر تكاليف شبكة المواسير ومتاعبها ويمتنع عطل جميع الروافع فى حالة عطل محطه ضغط الهواء التى تغذيها ، كما يمكن توفير كمية الهواء اللازمة لكل رافع وبالضغط المناسب — ولكن هذا الحل يقضى على أهم مزايا الروافع إذ يلزم العديد من محطات توليد الهواء المضغوط (محطة لكل رافع) ويتطلب الأمر تواجد العمال المستمر بكل للإشراف على تشغيلها .

محطات ضغط الهواء :

تستخدم محطات ضغط الهواء فى أعمال المجارى فى غرضين أساسيين :

١ — تشغيل الروافع الهوائية وذلك بضغط الهواء بكباسات فى شبكة من المواسير تصل بين محطة الضغط والروافع الهوائية وعلى أن يكون ضغط الهواء بالمحطة يتراوح بين ٢٢ — ٢٥ رطل على البوصة المربعة وعلى أن يصل للروافع على ضغط لا يقل عن ١٩ رطل على البوصة المربعة .

٢ — لتشغيل أحواض التهوية لمعالجة مياه المجارى بتنشيط الحمأة بواسطة الهواء المضغوط وذلك برفع ضغط الهواء بالكباسات بمحطة الضغط إلى حوالى ٩ رطل على البوصة المربعة على أن يصل ضغطه بأحواض التهوية حوالى ٥ر٥ رطل على البوصه المربعة .

وأهم ما فى محطات ضغط الهواء هى الضواغط — ولقد أصبحت الضواغط التربينية هى أكثر الضواغط استخداما وخصوصا فى عمليات التنقية ويفضل استخدامها عن الضواغط الماصة الكابسة التى يتم تزييتها بالزيت فيمتزج البعض منه مع الهواء المضغوط ويرسب على مواسير التهوية بالأحواض فيؤثر تأثيرا سيئا على كفاءة عملية التهوية .

والضواغط التربينية تعمل بنظرية الطلمبة الطاردة المركزية — ونظرا لقلة الوزن النوعى للهواء فهى تعمل على سرعة عالية .

وعندما يتطلب الأمر أن يكون الضغط ١٠ رطل على البوصة المربعة يفضل استخدام الضواغط من نوع روتس فثمنها الأصلى منخفض كما أن كفاءتها تتراوح بين ٧٥ — ٨٠ ٪ كما لا يستعمل بها الزيت الذى يسد ناشرات الهواء غير أن من عيوبها صعوبة تغيير ضغطها أو تصرفها .

وفى حالة الرغبة فى الحصول على ضغط وتصرف مرتفع يفضل استخدام الضواغط التربينية — ونظرا للسرعة اللازمة لتشغيل هذه الضواغط لذا تدار

عن طريق صندوق تروس فى العمليات المتوسطة ، أما العمليات الكبيرة فتدار مباشرة بواسطة تربينات بخارية .

وتستخدم الضواغط من النوع الدوار ذا الإزاحة الإيجابية للعمليات المتوسطة وتستخدم فى الوحدات التى يقل تصرفها عن ١٠٠٠٠ — ١٥٠٠٠ قدم مكعب / الدقيقة وتستخدم الضواغط التربينية للعمليات الأكبر .

والضواغط ذات الإزاحة الإيجابية تعطى حجما ثابتا على سرعة محدودة بغض النظر عن ضغط الطرد ، لذلك يتناسب معدل التصرف مع السرعة ، ولما كان الضاغط لا يمكن أن يعمل على محبس طرد مقفول لذا يلزم أن يزود خط الطرد بتحويله وصمام أمان لتصريف الضغط .

ويصحب تشغيل الضواغط صوت عال وهزات مما يستدعى اختيار موقع محطة الهواء المضغوط بعيدا عن المساكن ما أمكن لتقليل المضايقات ، كما يجب فصل قواعد الضواغط عن أساسات المبنى لتفادى نقل الهزات والصوت إليها .

كمية الهواء اللازمة لعمليات المعالجة :

كمية الهواء المضغوط اللازم لعمليات التهوية يتراوح بين ½ — ٣ قدم مكعب من الهواء الحر لكل جالون من مياه المجارى ، وفى أغلب الحالات يتراوح بين ١ ، ٢ قدم مكعب.. أو يتراوح بين ٦ إلى ٣٠ قدم مكعب من الهواء الحر لكل قدم مربع من أرضية الحوض فى الساعة . . وهذه الأرقام تقريبية لأحواض التهوية مثلثة قطاع القاع .

والاستهلاك الكهربائى لعمليات المعالجة يعبر عنه عادة بالكيلوات ساعة لكل مليون جالون من المياه المعالجة ، أوحصان لكل مليون جالون فى اليوم ويتراوح العدد الأول بين ٣٠٠ — ١٠٠٠ والثانى بين ١٦ — ٦٠ ، وهذه الأرقام فى حالات التهوية بالهواء المضغوط أو التهوية السطحية الميكانيكية .

ونظراً لأن الاستهلاك الكهربائى يتوقف على درجة المعالجة ، لذلك يلزم أن تكون الأرقام لكل رطل يخفض من الأكسيجين الحيوى الممتص فى خمسة أيام . وبعض العمليات تعطى ٣٥ر. ك . و . س لكل رطل يخفض من الأكسجين الحيوى الممتص أو حوالى ١٨ حصان لكل مليون جالون فى اليوم من مياه المجارى المنزلية المتعفنة .

والملاحظ فى مدينة القاهرة أن المتر المكعب من مياه المجارى يحتاج فى المتوسط حوالى ١٢٠ قدم مكعب من الهواء الحر لرفعه .

والحصان الميكانيكى يمكنه أن يضغط ٩ قدم مكعب من الهواء الحر فى الدقيقة إلى ضغط ٢٢ رطل على البوصة المربعة .

تصميم مواسير الهواء المضغوط :

تصمم مواسير الهواء المضغوط من القاعدة العامة وهى :

التصرف = مساحة × السرعة

والسرعة الاقتصادية لتصرف الهواء المضغوط هى ما كانت بين ٦ متر/ثانية، ١٥ متر/ثانية . . وبحساب الفاقد الناتج من الاحتكاك تستعمل المعادلة المستخدمة للسوائل وهى :

$$\text{الفقد فى الاحتكاك} = \frac{\text{٤} \times \text{معامل الاحتكاك} \times \text{طول الماسورة} \times \text{مربع السرعة}}{\text{٢} \times \text{عجلة الجاذبية الأرضية} \times \text{قطر الماسورة}}$$

ويجب مراعاة أن يكون فاقد الاحتكاك أقل ما يمكن .

كما يراعى اختبار جميع خطوط مواسير الهـــواء المضغوط بصفة دورية لا تتعدى ثلاث سنوات .

مثال :

مدينة تصرف مخلفاتها السائلة فى الشهر ٩٠٠٠٠٠٠ جالون ترفع بالروافع

الهوائية فإن كان الهواء المضغوط يلزم ضغطه إلى ٣٨ رطل على البوصة المربعة أوجد القوى اللازمة بالحصان لضغط الهواء الحر فى محطة القوى مع مراعاة أن الفاقد فى المواسير الهواء يبلغ ٢٠٪

الحـــل :

التصرف المراد رفعه $= \frac{٩٠٠٠٠٠٠٠ \times ٤٥}{١٠٠٠ \times ١٠} =$ ٤٠٥٠٠٠م٣ / الشهر

وبفرض أن المتر المكعب يحتاج إلى ١٢٠ قدم مكعب هواء حر .

∴ يحتاج الأمر إلى ٤٠٥٠٠٠ × ١٢٠ = ٤٨٦٠٠٠٠٠ قدم ٣ / الشهر

$$= \frac{٤٨٦٠٠٠٠٠}{٣٠ \times ٢٤ \times ٦٠} = \frac{٩٠٠٠}{٨}$$ قدم مكعب / الدقيقة هواء حر

ولوجود فاقد ٢٠٪

∴ يلزم $\frac{٩٠٠٠}{٨} \times \frac{١٢٠}{١٠٠} =$ ١٣٥٠ قدم ٣ / الدقيقة هواء حر

القوى اللازمة لضغط ١٠٠ قدم ٣ / الدقيقة

$$= ١ر٨٨ \times ف\ ض \left(\left(\frac{ط}{ض} \right)^{\frac{٠ر٢٩}{ف}} - ١ \right)$$

حيث ف = عدد مرات الضغط المتوالية وهى فى هذه الحالة = ١

ض = ١٤ر٧ رطل على البوصة المربعة

ط = ضغط الهواء الحر = ضغط المانومتر + الضغط الجوى

١٤ر٧ رطل على البوصة المربعة

∴ القوة بالحصان = ١ر٨٨ × ١٤ر٧ ((٢٧ر٥ / ١٤ر٧) ٠ر٢٩ / ١ — ١)

= ١٢ر٦٠٥ حصان لكل ١٠٠ قدم مكعب

= ١٢ر٦٠٥ × ١٣٥٠ / ١٠٠ = ١٧٠ر٠ حصان

وعلى فرض أن الجودة الميكانيكية للرافع = ٩٠٪

فتكون القوة اللازمة لضغط الهواء لتشغيل هذه الروافع

= ١٧٠ر٠ / ٠ر٩٠ = ١٨٨ حصان

المواسير والمحابس والبوابات المستخدمة فى محطات رفع المجارى :

المواسير

تستخدم المواسير لتوصيل البيارة بالطلمبات وتسمى بمواسير المص ، والمواسير المستخدمة لطرد المياه من الطلمبة لخارج المحطة تسمى بمواسير الطرد . كما تستخدم المواسير بالمحطة لتوصيل المياه النقية لأعمال الحبس والتبريد والغسيل .

ويفضل استخدام المواسير المصنعة من حديد الزهر . وقد تستخدم مواسير الصلب إذا دعت الضرورة ذلك ، ويجب فى هذه الحالة مراعاة أن يكون سمك جدرانها كافيا لمقاومة التأثيرات الناجمة من فعل غازات المجارى .

ويجب أن تكون وصلات المواسير سواء للطرد أو المص (بالفلانجات) لسهولة الفك والإصلاح ، ويجب أن تكون المواسير مستقيمة قدر الإمكان ، وبدون كيعان عمودية ، وتجنب الوصلات الصليبية وأن يكون طولها أقصر ما يمكن . . كما يلزم مراعاة سهولة صيانتها ووصول الأوناش إليها للإصلاح أو التغيير .

وفى حالة إنشاء المواسير تحت سطح الأرض يجب أن تركب داخل غرف تفتيش خاصة مع تزويدها بالأبواب اللازمة.. ويخصص لكل طلمبة ماسورة للمص، ويجب ألا يوجد بها نقط عالية، وأن تنتهى بفتحة جرس متجهة لأسفل وأن تركب الطلمبات بالعنبر على صف واحد بحيث تطرد جميعها فى ماسورة واحدة، ويراعى أن تكون مستقيمة وجلنداتها محكمة وأن تخرج منها توصيلة إلى البيارة لسهولة تفريغها .

ويراعى فى مواسير المص والطرد ألا تقل السرعة بها عن ٠٫٧٥ متر/ثانية لعدم السماح بالترسيب ولا تزيد عن ١٫٥ متر/ثانية حتى لا يزيد الفاقد والنحر، ولا يقل قطر مواسير السحب عن ٦ بوصة والطرد عن ٤ بوصة .

ويجب ألا يقل قطر مواسير الحمأة بالانحدار عن ٨ بوصة .

المحابس :

ويجب تركيب محبس سكينة على كل ماسورة سحب قبل الطلمبة ، وتركيب محبس سكينة وآخر مرتد على فرع الطرد على أن يلى البلف المرتد الطلمبة مباشرة مع مراعاة أن يكون البلف المرتد فى وضع رأسى إذ أن الأفقى يخشى عليه من العطل نتيجة لما يتراكم من رواسب عند نقط تحركه فتعطله عن العمل.

ويفضل فتح المحابس وقفلها من غرفة محركات المحطة بواسطة أعمـــدة وتروس ويلزم عمل الترتيب اللازم لتشغيل محابس الطرد للطلمبات الكبيرة بمحركات كهربائية بجانب التشغيل اليدوى .. ويركب على فروع المص محابس ذات ضغط واطى ، أما ما يركب منها على فروع الطرد فتكون من ذات الضغط العالى الذى يزيد عن ٤٠ مترا .

البوابات :

تركب البوابات فى محطات الرفع الصغيرة على مدخل ماسورة الداخل

لتسهيل التحكم فى المياه وتيسير عملية التطهير والصيانة. أما فى المحطات الكبيرة فتركب على مداخل ومخارج المياه فى أحواض الترسيب الرملى والبيارات لتسهيل عملية التشغيل والصيانة وإيجاد المرونة فى تشغيل بعض الوحدات أو القفل عليها.

ويراعى تشغيل البوابات عند منسوب الأرض، يدويا فى المحطات الصغيرة وكهربائيا ويدويا فى المحطات الكبيرة لكبر حجم البوابات .

ويجب أن تكون البوابات قاطعة للمياه بحيث يساعد ارتفاع المياه بالمنسوب العالى على إحكام قفل البوابة ، ويجب تصنيعها كما سبق ذكره مع مراعاة أن يكون عمود الحركة من الصلب الغير قابل للصدأ مع العناية بتشحيم أجزائها باستمرار ودهانها .

وتركب البوابات بكثرة فى أحواض معالجة مياه المجارى للتحكم فى دخول المياه للأحواض المختلفة ، وفى الكميات الداخلة لكل حوض وإمكان القفل عليه . وتختلف فى هذه الحالات أنواع البوابات من كبيرة محكمة إلى مجرد لوح من الصاج تتحرك بمجرى خرسانية وتفتح باليد .

وما ذكر بخصوص المواسير والمحابس للمحطات الصغرى ينطبق على نظيراتها بالروافع الهوائية من حيث مادتها والعناية والسرعة بها . ولإيجاد قطر ماسورة ضغط الهواء بالروافع أو قطر ماسورة الطرد تستعمل المعادلة :

$$ق = \sqrt{\frac{ح}{٣ س}}$$

حيث ق = القطر الداخل

ح = حجم علبة الرافع الهوائى بالجالون

= التصرف بالجالون / الدقيقة

س = سرعة المياه فى الماسورة بالقدم / ثانية

مثال :

أوجد حجم الرافع الهوائى وقطرى ماسورة الهواء وماسورة الطرد ، والضغط الهوائى اللازم بالرافع لمنطقة عدد سكانها ١٠ آلاف نسمة واستهلاك الفرد ٢٠٠ لتر / اليوم شاملا جميع المخلفات السائلة الأخرى علما أن طول ماسورة الطرد ١٥٠٠ متر وعامود الرفع الإستاتيكى ٧ متر .

الحــــل :

الاستهلاك اليومى = $\frac{١٠٠٠٠ \times ٢٠٠}{١٠٠٠}$ = ٢٠٠٠م^{٣}/ اليوم

أقصى تصرف سيب الطقس الجاف = $\frac{٢٠٠٠}{١٦} \times \frac{٢٢٠}{٦٠}$ = ٤٥٨ جالون / الدقيقة

∴ يحتاج إلى رافع هوائى ذو علبتين كل سعة ٥٠٠ جالون

قطر ماسورة الهواء = $\sqrt{\frac{ح}{٢ س}}$

وبفرض أن سرعة الهواء بالماسورة = ٢٠ قدم / ثانية

يكون قطر ماسورة الهواء = $\sqrt{\frac{٥٠٠}{٢ \times ٢٠}}$ = ٣ر٦ بوصة أى ٤ بوصة

وبفرض السرعة فى ماسورة الطرد ٧٥ سم / الثانية = ٥ر٢ قدم / ثانية

قطر ماسورة الطرد = $\sqrt{\frac{٥٠٠}{٢ \times ٢ر٥}}$ = ١٠ بوصة

فاقد الاحتكاك = $\frac{٤ ن ل س^{٢}}{٢ ع ق}$ = $\frac{٣ر٠٠ \times ١٥٠٠ \times ٩}{١٩ر٦ \times ٢٥ر٠ \times ١٦}$ = ٥ر٠ متر

جملة عمود الرفع = ٥٫٠٠ + ٧ = ١٢٫٠٠ مترا

ضغط الهواء بالرافع = ١٢٫٠٠ × ١٫٤٣ = ١٨ رطل على البوصة المربعة تقريبا .

ويراعى زيادة الفاقد للمنحنيات ويقدر بحوالى طول ٤٠ مرة قطر الماسورة .

وفى حالة الرغبة فى تقليل ضغط الهواء بالرافع يعمل على تقليل السرعة فى ماسورة الطارد لأدنى حد يمنع الرواسب بها ، وبذا يزيد قطر الماسورة ويقل الفاقد نتيجة الاحتكاك ويقل بالتبعية ضغط الهواء اللازم عند الرافع .

تشغيل وصيانة محطات الرفع

يجب مراعاة تشغيل الطلمبات طبقا لخصائصها وعدم كثرة التشغيل والقفل عليها ومراعاة تشحيمها وتزييتها وقياس ضغطها ودرجة حرارتها والعمل على إلا يتجاوز الحد المسموح به والكشف على الطلمبة قبل تشغيلها والتأكد من وجود الزيوت والمياه اللازمة وأجراء العمرات السنوية لها على أن تتم جميع عمرات الطلمبات ومحركاتها وجميع أجهزتها وكذا جميع الأعمال الميكانيكية والكهربائية بالمحطة فى شهور عدم ذروة التصرف بحيث تكون جميعها مستعدة للعمل فى المدة التى يرتفع فيها التصرف عما عداها ، وإصلاح مايلزم أولا بأول بحيث تكون كفاءة كل أجهزة المحطة على أعلا مستوى ، وأخذ الحيطة اللازمة من أخطار الكهرباء وصيانة وتجديد أى من أجهزتها أو أسلاكها أو كابلاتها وعدم الانتظار لحدوث أخطار منها — وأخذ الحيطة الكافية من محولات الضغط العالى وعدم السماح للأغراب بدخول العنابر إلا بعد عمل الترتيب اللازم لهم ومرور المشرفين معهم ، وتحديد مسئولية التشغيل ووجود العدد اللازم من العمال والمشرفين بكل وردية ، وقياس التصرفات وملاحظة كميته ومقارنتها بتصرف أيام العام السابق المناظرة ، وكذا الأعوام السابقة وعمل رسم بيانى للتصرفات الشهرية لعدة سنوات على خريطة واحدة لمعرفة الزيادة فى التصرفات وتقرير ما قد يلزم المحطة من تدعيم وإعطاء التنبيه اللازم للمسئولين.

وقياس تصرف كل طلمبة يوميا على حدة وعمل سجل لها ولمحركها وأجهزتها ورصد عدد ساعات تشغيلها اليومى وأوقات تشغيل كل فترة وما صادفها من أعطال وتاريخه وما تم من إصلاح وتاريخ العمرة ، وما تم أثنائها والملحوظات .

وقياس ضغط الطلمبة ، وأى هبوط مفاجىء به يستقصى أسبابه وغالبا ما يكون

بسبب تسرب أو كسر بمواسير الطرد ، وملاحظة فتح المحابس الموصلة لخط الطرد قبل التشغيل ، والكشف بصفة دورية على المحابس المرتدة وغيرها .. والتأكد من سهولة فتحها وقفلها .

كما يجب أخذ عينات من المياه الداخلية والخارجة بصفة دورية يوميا وتحليلها ورصد نتائجها . . وضرورة تطهير الشبك بصفة مستمرة وصيانة قضبانه وتغيير ما يتلف منها .

وتطهر غرف التصفية على فترات تحددها خبرة العمل بالموقع بحيث تعمل هذه الغرف بأعلا كفاءة لها — ونقل ناتج التطهير خارج الموقع أو إلى أما كن كبسة ثم التخلص منه ، ومراعاة عدم تولد الرائحة أو الذباب . والعناية التامة بنظافة العنابر وكذا المبانى الأخرى الملحقة بالمحطة وتنسيق ورعاية ما يحيط بها من حدائق وإجراء جميع الدهانات اللازمة لصيانتها وبالأخص أعمالها الحديدية .

والمحطات الصغيرة والتى تدور أوتوماتيكيا دون حاجة لتخصيص عمال لإدارتها ، وكذا الراوفع الهوائية فيجب (علاوة على غرف المراقبة للمحطات إن وجدت) المرور عليها مرة فى اليوم على الأقل والتأكد من سلامتها وإثبات وقت المرور وحالتها والملحوظات .

مواسير الطرد وضغط الهواء :

يجب الكشف على مواسير الطرد وبلوفها الحاجزة وصمامات الأمن والهواء والغسيل وتشحيمها بصفة دورية والتأكد من قيامها بعملها على الوجه الأكمل ، واختبار مواسير ضغط الهواء والتأكد من قلة الفاقد بها وسلامتها وبالأخص لحاماتها ، ويتم ذلك بالقفل على خط مواسير الضغط وملاحظة مقدار الفاقد فى ١٥ دقيقة ، فإن كان بمقدار ملحوظ وجب تقصى أسبابه والعمل على إصلاحه .

ولمعرفة مكان تسرب الهواء من الخط يوضع به كمية من مادة متطايرة ذات رائحة يمكن شمها ، وبالأخص فى الصباح الباكر ، وظهور الرائحة يحدد مكان التسرب ، فيعمل فورا على إصلاحه .

ويجب أن يلحق بالمحطات الهامة والكبرى الورش المختلفة اللازمة وكذا المخازن على أن تزود بكافة ما يلزم من أدوات احتياطية لجميع أجهزتها ولخطوط مواسير الطرد الخارجة منها بحيث تكفى لسنة قادمة ، ويستدل عليها من متوسط الاستهلاك للسنوات السابقة ، أما ما يقل استهلاكه فيكتفى منه بالقدر اللازم للطوارىء كالمحابس الكبيرة والبوابات .

أما المحطات الصغيرة فينشأ لكل مجموعة متجاورة مخزن شامل لاحتياجاتها ملحق بإحدى المحطات أو الروافع المتوسطة للمجموعة التى تخدمها ، وكذا ما يلزمها من ورش .

ويجب أن يتوفر دائما بجميع المحطات أدوات النظافة والتسليك ، وكذا أدوات الإسعافات الطبية اللازمة وأدوات إطفاء الحريق وما يلزم من مهمات لمداركة الغارات الجوية .

ويجب ألا يسمح للعمال بنزول البيارات أو أماكن يخشى من تجمع الغازات بها إلا بعد أخذ كافة الاحتياطات من تهوية وخلافه والتأكد من الأمان للنازل ، وذلك حسب ما تم توضيحه تفصيلا فى النزول فى شبكة مواسير المجارى .

ويجب الإشراف التام الدقيق على العاملين ومدى مواظبتهم على مواعيد العمل وعدم كثرة تغيبهم وإتقانهم لعملهم بالدقة اللازمة وتحمل كل مسئولية ما هو مسند إليه من عمل .

كما يجب عمل سجل للعاملين يدون به عدد أيام غيابهم وأسبابه ونوع الأمراض

التى قد يصابون بها حتى إن كان هناك مرض شائع تقصى أسبابه وأخذ اللازم لمقاومته والقضاء على مسبباته .

وعلى الإجمال يجب مراعاة إدارة المحطة على أكمل الأصول الفنية والإدارية والإنسانية ومنع أى مصدر منها للمضايقة من الرائحة أو الإزعاج — مع تنبيه المسئولين عما يعن للمشرفين عليها من ملحوظات هامة كطلب تدعيم المحطة أو الحاجة إلى إنشاءات ضرورية لإمكان حسن الإدارة والتشغيل

ولما كانت شبكة المجارى وحدة واحدة متكاملة تبدأ من صرف المخلفات السائلة من المبانى المختلفة بالمدينة حتى يتم توصيلها إلى أعمال المعالجة ، لذا يجب أن تكون تحت إشراف رئيس واحد يساعده معاونيه للقيام بتشغيل وصيانة هذه الشبكة على أكمل وجه .

معالجة مياه المجـــــاري
والتخلص منها

الباب السادس

خواص ومكونات مياه المجارى

قبل الخوض فى بحث أعمال معالجة المخلفات السائلة يستحسن التعرف أولا على خواصها ومكوناتها لتتضح لنا الأسباب التى تدعو إلى معالجتها قبل التخلص منها وكيفية المعالجة . . والمخلفات السائلة ماهى إلامياه نقية لوثت بالاستخدام أيا كان مصدره ، ولو تركت دون معالجة لتحللت مكوناتها بعوامل الجو من شمس وهواء إلى عناصر ثابتة مستقرة لا تضر بالصحة العامة ولا ينتج منها أى رائحة أومضايقات غيرأنها تحتاج للوصول إلى هذا الحد إلى وقت طويل تكون أثناؤه قد نشرت من الرائحة الكريهة والأوبئة ما يضر ضررا بليغا بالبيئة والمواطنين ، هذا علاوة على ما تكونه من برك عفنة تكبر مساحتها مع مقدار ما يصرف إليها ، بما لا يمكن معه أن تترك هذه المخلفات وشأنها لتعالج نفسها ذاتيا بهذه الطريقة ، بل يجب العمل على معالجتها للدرجة التى تسمح بإمكان سرعة التلخص منها دون أن تسبب أى أضرار .

ولمعالجتها يجب التعرف على مكوناتها ومدى خطورة هذه المكونات وأفضل الطرق الفنية والاقتصادية للتخلص منها .

والمخلفات السائلة من الناحية الطبيعية تحتوى على مواد طافية ، ومواد عالقة بعضها سريع الرسوب والبعض الآخر بطىء ، كما تحتوى على مواد ذائبة

ومن الناحية الكميائية فمياه المجارى تحتوى على كثير من مختلف المواد

العضوية وهى مواد غير ثابتة متطايرة سريعة التعفن كفضلات الطعام والشحوم والبراز ، ومواد غير عضوية ثابتة كالرمال ومخلفات المعادن .

ومن الناحية البكتريولوجية فهى تحمل الكثير من الكائنات الحية من مختلف أنواع البكتريا والجراثيم الممرضة .

ورائحة الحديث منها لا ترتاح إليه النفس ، إلا أنها غير منفرة ، إنما في خلال ساعات قليلة تبدأ فى التحلل حتى ينعدم منها الأكسجين الذائب وتزداد نسبة تعفنها بارتفاع درجة الحرارة وارتفاع قوة تركيز مياه المجارى .

ونسبة المياه بالمخلفات السائلة حوالى ٩ر٩٩ ٪ ، والمواد الصلبة العالقة منها والذائبة حوالى ١ر٠ ٪ منها .

والجدول التالى مثال تحليلى تقريبى لمحتويات مياه المجارى موضحا بالجزء فى المليون :

المحتويات	قوية	متوسطة	ضعيفة	ملاحظات
مجموع المواد الصلبة	١٠٠٠	٥٠٠	٢٠٠	نسبة المواد الصلبة الطافية الغير قابلة للرسوب حوالى ٢٥٪ أى ٢٥٠جزء/المليون وفى هذا الجدول ٧٠٪ تقريبا مواد عضوية عالقة أوذائبة و٣٠٪ منها تقريبا مواد غير عضوية عالقة أو ذائبة .
عضوية	٧٠٠	٣٠٠	١٠٠	
غير عضوية	٣٠٠	٢٠٠	١٠٠	
مجموع المواد العالقة (قابلة للرسوب)	٥٠٠	٣٠٠	١٠٠	
عضوية	٤٠٠	٢٠٠	٥٠	
غير عضوية	١٠٠	١٠٠	٥٠	
مجموع المواد الذائبة	٥٠٠	٢٠٠	١٠٠	
عضوية	٣٠٠	١٠٠	٥٠	
غير عضوية	٢٠٠	١٠٠	٥٠	

اكسيجين حيوى	٣٠٠	٢٠٠	١٠٠
« مستهلك	١٥٠	٧٥	٣٠
« ذائب	صفر	صفر	صفر
الأزوت (أزوت عضوى)	٣٥	٢٠	١٠
أزوتيت	٠ر١	٠ر٠٥	صفر
أزوتات	٠ر٤	٠ر٢٠	٠ر١
أمونيا حرة	٥٠ر٠	٣٠ر٠٠	١٥ر٠
كلوريدات	١٧٥	١٠٠	١٥
قلوية	٢٠٠	١٠٠	٥٠
شحوم	٤٠	٢٠	صفر

وتختلف نوعية مياه المجارى باختلاف مدة بقائها بالشبكة ومقدار استهلاك الفرد للمياه وباختلاف المناخ ومدى كمية الأمطار وكذا باختلاف عادات الشعوب ، كما تختلف باختلاف طريقة تجميعها (مشتركة كانت أو منفصلة) وبذا لا يمكن تحديد عام لمكونات مياه المجارى بل تحدد تقريبا لكل مدينة على حدة طبقا لطقسها وظروفها المختلفة .

والمخلفات السائلة الواردة لشبكة المجارى من المراحيض والمباول تحمل معها نسبة كبيرة من المركبات العضوية .

والجدول التالى يوضح وزن المواد الصلبة والسائلة التى استخلصت من تجارب عملت على ١٠٠٠٠٠ نسمة :

الجنس ومراحل السن	البراز جم / شخص / يوم	البول جم / شخص / يوم
الرجال	١٥٠	١٥٠٠
سيدات	٤٥	١٣٥٠
الأولاد	١١٠	٥٦٩
بنات	٢٥	٤٥٠
متوسط	٨٢ر٥	٩٦٧

وفيما يلى متوسط تركيب البراز والبول :

النوع	الوزن جم/شخص/يوم	النسبة المئوية للمحتويات						
		ماء	مواد عضوية	أزوت	حامض فسفوريك	بوتاس	جير	ماجنيز
براز إنسانى حديث	٨٢ر٥	٧٧ر٢	١٩ر٨	١ر٠	١ر١	٠ر٢٥	٠ر٦٢	٠ر٣٦
بول إنسانى حديث	٩٦٧ر٠	٩٦ر٣	٢ر٤	٠ر٦	٠ر١٧	٠ر٢٠	٠ر٠٢	٠ر٠٢

والجدول التالى يبين متوسط تحليل مياه المجارى بجمهورية مصر العربية :

الإختبار	مدخل المياه الخام عند أعمال التنقية	المياه بعد الترسيب	المياه بعد التهوية والترسيب النهائى	ملاحظات
الرقم الايدروجينى	٧ر٠	٧ر١	٧ر٢	مياه الشرب حوالى ٧ إلى ٥ر٧
القلوية مقدرة على أساس كربونات الكلسيوم	٤٠٠ جزء / المليون	٤٢٠ جزء / المليون	٤٣٠ جزء / المليون	
المواد الصلبة	١٥٠٠ جزء / المليون	١٢٠٠ جزء / المليون	١٠٠٠ جزء / المليون	
المواد الراسبة / ساعة	١٠ سم ٣ / اللتر	أو سم ٣ / اللتر	معدوم	
المواد العالقة	٤٠٠ جزء / مليون	٨٠ جزء / مليون	٢٠ جزء / المليون	
المواد الذائبة	١١٠٠ » »	١١٠٠ » »	٩٨٠ »	
الكبريتورات	٧ » »	٢ » »	معدوم	
الأزوتيت	معدوم	معدوم	٣ جزء / المليون	
الأزوتات	»	»	»	
الأكسيجين الذائب	»	»	»	بمياه الشرب ٧ إلى ٩ جزء / المليون والأسماك تعيش بمياه بها من ٢ إلى ٤ جزء / المليون
الأكسيجين الحيوى	٣٥٠ جزء / المليون	٢١٠ جزء / المليون	٣٥ جزء / المليون	

ومياه المجارى معقدة التركيب بشكل أنه لا يمكن تحديد قوتها وخواصها من تجربة واحدة ، بل تحتاج الى تكرار التجربة ، ومن محتوياتها الآتى :

(١) مركبات النتروجين
(٢) هيدرات الكربون
(٣) الشحوم والصابون
(٤) المواد المعدنية
(٥) الغازات
(٦) كائنات حية — نباتية وحيوانية

١ — المركبات النيتروجينية :

من أهم المركبات النيتروجينية بمياه المجارى هو البروتين والمواد المتحللةمنه وهى تكون جزء هام من بناء النبات والحيوان ، ويتكون البروتين أساسا من الكربون والهيدروجين والنيتروجين والأكسيجين مع كمية قليلة من الكبريت كما يوجد به الفسفور بكمية بسيطة .

ونسبة الكربون والهيدروجين فى مركبات النيتروجين المختلفة لا تختلف فيما بينها كثيرا بعكس كمية النيتروجين والكبريت فنسبتها تختلف كثيرا فى المركبات المختلفة ونسبة النيتروجين المئوية بالبروتينات الحيوانية حوالى ١٦٪ .

وينتج من تحلل البروتين حامض الأمينو والأحماض الناتجة من الشحوم وهيدروكربون الأمونيا وثانى أكسيد الكربون .

٢ — هيدرات الكربون :

توجد هيدرات الكربون فى جميع أنواع النباتات ، ومن مركباته المواد السكرية والسيليلوز والأخير من أهم مكونات جدران خلايا النبات وهو أساس

مملكة الخضروات ، وهو يقاوم الى حد كبير التحلل ولا يذوب بالماء بينما تذوب به المواد السكرية .

٣ — الشحوم والصابون :

إن مصدر الشحوم والزيوت والصابون التى تصل إلى شبكة مواسير المجارى هى المخلفات السائلة للمطابخ والجراجات ومحطات التشحيم ومحلات غسيل الملابس ومخلفات عنابر السكك الحديدية والمخابز الآلية التى تعمل بالمازوت .

وتحتوى الدهون على حوالى ٧٦٪ كربون ، ١٢٪ أيدروجين وحوالى ١٢٪ أكسيجين ومن الصعب معالجة الدهون ، كما أنها تلتصق بجدران المواسير وغيرها من منشآت المجارى مسببة إعاقة سير المياه بالشبكة وباتحادها مع ما بالمواسير من رواسب تعمل على انسدادها ، كما أنها تضر بريش الطلمبات ومواسير الطرد وأحواض التنقية وتسد مسام مرشحات الزلط وناشرات الهواء وهى سريعة التحلل فينبعث منها الغازات كريهة الرائحة التى تعمل على تآكل ماتمر بهمن منشآت ، وباختلاطها بالمواد الراسبة بأعمال التنقية تنقص من قيمتها السمادية ، فهى ضارة جداً بالشبكة وبأعمال التنقية ، لذا يجب العمل على حجزها من الدخول بشبكة المجارى بالطرق السابق شرحها وما قد يتسرب منها اليها يجب حجزه كلما أمكن حتى لا يتسرب منها إلا النذر القليل إلى أعمال المعالجة .

والصابون هو أملاح قلوية منه العسر وهو أملاح الصوديوم ، واليسر وهو أملاح البوتاسيوم ، وإن زيادة كمية مياه الصابون بمياه المجارى يسبب متاعب كبيرة فى معالجتها بأحواض التهوية .

٤ — المواد المعدنية : (الغير عضوية)

من السهل معالجتها والتخلص من المواد الغير عضوية . . فهى ليست مشكلة ، ويجب مراعاة (بأقصى المستطاع) عدم وصولها للشبكة عن طريق الأعمال الصحية

الداخلية أو عن طريق البالوعات ، وذلك بالحد — كما سبق ذكره — من سوء الاستخدام ، وما يتسرب منها للشبكة يجب تصيده بغرف الترسيب وبالتطهير والملس الدورى للشبكة حسب مقتضيات الحالة .

٥ — الغازات :

تنتج الغازات من تفاعل البكتريا مع المركبات العالقة أو الذائبة بمياه المجارى ، وأهم غازات مياه المجارى هى :

* كبريتور الإيدروجين — وهوغاز لالون له وكثافته النوعية ١٫١٨٩٥ وله رائحة كريهة للغاية وينتج من تحلل المركبات البروتينية بفعل البكتريا اللاهوائية — ولا يشعر برائحته إن كانت درجة تركيزه أقل من جزء فى المليون .

* ثانى أكسيد الكربون وينتج عن تحلل المركبات العضوية .

* غاز الميثين — وهو غاز شديد القابلية للاشتعال وينتج من تحلل هيدرات الكربون ، وكذا من تحلل المواد الدهنية والبروتينات ، ولما كانت كمية ما يتحلل من هيدرات الكربون فى الحالات العادية قليل، لذا فمصدر توالد غاز الميثين هى المواد الدهنية والبروتينات وأن ما يتوالد من غاز الميثين بمياه المجارى ضئيل للغاية غير أنه يتوالد بكثرة فى أحواض تخمير الحمأة إذ أن ظروف التحلل بهذه الأحواض تعطى الفرصة المواتية لتوالده بكثرة .

* ويتواجد الاكسيجين بدرجة محدودة مياه فى المجارى الحديثة ، وينعدم وجوده فى مياه المجارى المتعفنة ، ويحصل عليه بمياه المجارى من الجو ، ومن الاكسجين الذائب بمياه الرشح التى تدخل شبكة المواسير — والاكسيجين أساس لعملية تحليل المواد العضوية بالبكتريا الهوائية .

وتتوقف كمية الاكسيجين أو أى غاز آخر فى المياه العادية أو فى مياه المجارى على كمية الأملاح ، والضغط الجزئى للغاز ، ومعامل ذوبانه ، ودرجة حرارة المياه . فكلما زادت كمية الأملاح بالمياه نقصت درجة استيعابها لغازات الجو ، وكلما زادت درجة الحرارة انخفضت كمية الغاز الممتص .

فمثلا ماء درجة حرارته ٢٠° سنتيجرادوملوحته١٠ آلاف جزء فى المليون يحتوى على نسبة من الأكسيجين ١٠ ٪ أقل مما لو كان الماء نقيا ، كما أنه برفع درجة الحرارة من صفر إلى ٢٠° سنتجراد تنخفض نسبة الاكسيجين به بنسبة حوالى ٣٧ ٪ ، وضغط الغاز الجزئى فى خليط من الغازات هو ضغطه لو كان منفردا فى الحيز الكلى — وكميته المذابة بالمياه تتناسب تناسبا طرديا مع ضغطه الجزئى . ومن أهم العوامل التى تحكم كمية الغاز المذابة فى مياه المجارى أو المياه العادية هو معامل ذوبان الغاز ، وهو عبارة عن كمية الغاز التى تذوب فى وحدة حجم من المياة عند درجة حرارة معلومة وتحت ضغط جوى ٧٦٠°مم من الزئبق عند ما يتعرض الغاز النقى لسطح السائل .

والجدول الآتى يبين كمية الأكسيجين المذاب فى المياه العذبة ومياه البحار عند تعرضها لجو يحتوى على ٢٠٫٩ ٪ أكسيجين وتحت ضغط ٧٦٠ مم من الزئبق شاملا لضغط بخار الماء :

درجة الحرارة سنتجراد	أجزاء / المليون من الكلوريد: صفر	٥٠٠٠	١٠٠٠٠	١٥٠٠٠	٢٠٠٠٠
	الأكسيجين الذائب أ٢ جزء/ المليون				
صفر	١٤ر٦٢	١٣ر٧٩	١٢ر٩٧	١٢ر١٤	١١ر٣٢
٢	١٣ر٨٤	١٣ر٠٥	١٢ر٢٨	١١ر٥٢	١٠ر٧٦
٤	١٣ر١٣	١٢ر٤١	١١ر٦٩	١٠ر٩٧	١٠ر ٥
٦	١٢ر٤٨	١١ر٧٩	١١ر١٢	١٠ر٤٥	٩ر٧٨
٨	١١ر٨٧	١١ر٢٤	١٠ر٦١	٩ر٩٨	٩ر٣٦
١٠	١١ر٣٣	١٠ر٧٣	١٠ر١٣	٩ر٥٥	٨ر٩٨
١٢	١٠ر٨٣	١٠ر٢٨	٩ر٧٢	٩ر١٧	٨ر٦٢
١٤	١٠ر٣٧	٩ر٨٥	٩ر٣٢	٨ر٨٠	٧ر٣٠
١٦	٩ر٩٥	٩ر٤٦	٨ر٩٦	٨ر٤٧	٧ر٩٩
١٨	٩ر٥٤	٩ر٠٧	٨ر٦٢	٨ر١٥	٧ر٧٠
٢٠	٩ر١٧	٨ر٧٣	٨ر٣٠	٧ر٨٦	٧ر٤٢
٢٢	٨ر٨٣	٧ر٤٢	٧ر٩٩	٧ر٥٧	٧ر١٤
٢٤	٨ر٥٣	٨ر١٢	٧ر٧١	٧ر٣٠	٦ر٨٧
٢٦	٨ر٢٢	٧ر٨١	٧ر٤٢	٧ر٠٢	٦ر٦١
٢٨	٧ر٩٢	٧ر٥٣	٧ر١٤	٦ر٧٥	٦ر٣٧
٣٠	٧ر٦٣	٧ر٢٥	٦ر٨٦	٦ر٤٩	٦ر١٣

ويمكن الحصول على كمية الأكسيجين الذائبة تحت أى ضغط جوى آخر من المعادلة

$$س' = س \frac{ض}{٧٦٠} = س \frac{ض'}{٢٩ر٩٢}$$

حيث س = درجة الذوبان تحت ضغط ٧٦٠ مم أو ٢٩ر٩٢ بوصة من الزئبق

ض = الضغط المانومترى مم ض' = الضغط مانومترى بالبوصة

٦ — الحياة بمياه المجارى :

يمكن تحويل المركبات الغير مرغوب فيها لضررها وتعقد تركيبها وتعفنها الى مركبات أبسط تركيبا وغير ضارة ، ويتم ذلك بأحواض معالجة مياه المجارى بواسطة جسيمات حية صغيرة متوفرة بها ، والكثير منها لا يمكن رؤيته إلا بالمجهر وغالبيتها وحيدة الخلية وهى تمثل أدنى أنواع الحياة ، منها النباتى كالالجى ، وفنجى — وحيوانى كالبروتوزا ، انيليدا ، انروبودا ، الانسيكتا وغيرها .

وما زال الدور الذى تقوم به هذه الجسيمات الحيوانية منها أو النباتية فى معالجة مياه المجارى غير محدد بالضبط وإن كانت الشواهد تشير الى أن بعضها يلعب دورا هاما فى هذه المعالجة ويظهر بعض منها فى المياه الخام وبالحمأة المنشطة بأحواض الترسيب النهائية كما يشاهد البعض منها على أحجار مرشحات الزلط .

• البكتريا — وهى جسيمات وحيدة الخلية لا ترى إلا بالمجهر وتتبع مملكة الخضروات ، وموجودة بكثرة فى الهواء والتربة والماء وبالمواد العضوية المتحللة وببراز الإنسان والحيوان ، وموجودة لحد محدود بالطعام — وهى على أنواع مختلفة من حيث الشكل منها الدائرى وتسمى كوكاس ومنها ما هو على شكل أشرطة وتسمى باسيليس ومنها اللولبى وتسمى باللولبية . والبكتريا عبارة عن خلية مكونة من جدار يمر منه الغذاء فى حالة سائلة وبداخله توجد محتويات الخلية وهى البروتوبلازم والجزء الخارجى منه يعرف بالأكتوبلاست وهو من أهم أجزاء الخلية ، وهو يسمح لبعض المواد السائلة باختراقه ، وغالبا ما تكون جدران الخلية مغلفة بكبسولة جيلاتينية — وتتكاثر الخلية بكثرة الانقسام ، ومن العوامل التى تؤثر على تكاثر الخلية الضوء والضغط الأزوموزى والرطوبة ودرجة الحرارة — والحرارة بمياه المجارى هى من أهم هذه العوامل ، فدرجة الحرارة العالية تسرع فى تحلل مياه المجارى والحمأة (الرواسب) .

ومن العوامل الكيميائية التى تؤخر نمو البكتريا الأكسجين الممتص ، وأيون الإيدروجين المركز أو وجود عوامل مطهرة .

والبكتريا ثلاثة أنواع إحداها يعيش ويتكاثر فى غياب الأكسيجين ويموت عند انعدامه ويسمى بالبكتريا اللاهوائية ، واخر بالعكس ينمو ويتكاثر فى تواجد الاكسيجين ويموت عند انعدامه ويسمى بالبكتريا الهوائية ، والنوع الثالث ويسمى بالبكتريا الاختيارية وهى تعيش فى وجود الاكسيجين أو عدم وجوده .

ويمكن تقسيم البكتريا الى ثلاث مجموعات :

١ — بروتتروفيك ٢ — ميتاتروفيك ٣ — باراتروفيك

* وتتغذى البروتتروفيك على المواد الغير عضوية كثانى أكسيد الكربون والكربونات والنيتريت .

* وتعتمد الميتاتروفيك فى غذائها على المركبات العضوية .

* وتعيش الباراتروفيك على أنسجة الجسيمات الأخرى .

ولما كانت مياه المجارى متعددة المصادر ، لذا فالبكتريا الموجودة بها متعددة المصادر أيضا ، فقليل منها بمياه الشرب ، وغالبية مصدرها مياه غسيل الشوارع ، ومخلفات المصانع ، وبالأخص المخلفات المنزلية .

والبكتريا البروتتروفيكية ليس لها تأثير هام على تحليل مياه المجارى ، إنما البكتريا الميتاتروفيك فتحلل المواد العضوية المعقدة بمياه المجارى إلى مواد أبسط تركيبا ومركبات عديمة الرائحة الكريهة .

وكثيرا ما تتواجد البكتريا البارانرفيك بمياه المجارى وهى مصدر لأمراض مختلفة كالدوسنتريا والكوليرا وحمى التيفود والباراتيفود .

مهمة البكتريا :

وكل من أنواع البكتريا لها دورها الهام فى معالجة مياه المجارى فهى تفرز الأنزيمات التى تحدث كثيرا من التغيرات الكيماوية لما يحيط بها من مواد ، والأنزيمات متعددة الأنواع ولكل خاصيته ، فهناك بعض الأنزيمات التى تؤثر على البروتينات وبعضها على السكر والبعض الآخر على السيليلوز وغير ذلك من التأثيرات .

وقليل هو المعروف عن تحلل الشحوم والزيوت ، إلا أن هناك نوع من البكتريا يحول الشحوم المعقدة التركيب إلى أحماض من الشحوم أبسط تركيبا .

التحلل الهوائى واللاهوائى :

يتم التحلل الهوائى لمياه المجارى نتيجة تواجد الاكسيجين الذى يمد البكتريا الهوائية بالحياة ، والاكسيجين يمكن أن يكون ذاتيا بمياه المجارى أو على على شكل أزوتيت أو أزوتات .

وتواجد البكتريا الهوائية أساس فى عملية تهوية مياه المجارى وبدونها تتوقف العملية فهى ضرورية سواء لعملية تنشيط الحمأة أو مرشحات الزلط أو الرمل فهى العامل الوسيط لاتحاد أكسيجين الهواء بالمواد الموجودة بمياه المجارى وأكسدتها فهى تعمل على أكسدة كبريتور الايدروجين وتحوله إلى كبريتات الإيدروجين الثابتة الغير متطايرة فتقضى بذلك على رائحته الكريهة . كما تعمل على أكسدة الأمونيا إلى أزوتيت أو أزوتات ، وثبات المواد العضوية يتم على مرحلتين واضحتين ومحددتين ، الأولى أكسدة المواد الكربونية ثم بعد ذلك ـ وبعد ذلك فقط ـ تبدأ عملية التحويل إلى أزوتات .

والتحلل اللاهوائى تقوم به البكتريا اللاهوائية وهى العامل الهام لمعالجة الرواسب (الحمأة) سواء بخزانات التحليل أو بالجزء المخصص لتخمير الحمأة

بأحواض امهوف وكذا بأحواض تخمير الحمأة إذ تعمل على تحول المركبات العضوية إلى مواد صلبة وسائلة وغازية فيتولد منها غاز الميثين والايدروجين وثانى أكسيد الكربون وكبريتور الايدروجين .

ومن أهم عوامل التحلل اللاهوائى هو عملية هضم الحمأة فيقل حجم المواد الصلبة بها وتقل رائحتها الكريهة وتركز المواد الأزوتية وبذا تصبح سهلة التجفيف.

دورة المواد العضوية بالطبيعة :

دورة الأزوت :

١ — تتحلل المواد العضوية بفعل البكتريا اللاهوائية وينتج عن هذا التحلل مواد كيمائية أبسط ، ويظهر نتيجة هذا التحلل غاز النشادر الذى هو أحد مركبات الأزوت .

٢ — بواسطة البكتريا الهوائية يؤكسد الأكسجين بالجو أو بالتربة النشادر إلى أزوتيت ثم إلى أزوتات وهو ملح من أملاح الأزوت ثابت لا يتحلل.

٣ — يمتص النبات أملاح الأزوتات كغذاء فتتحول إلى بروتين نباتى أو يتغذى بها الحيوان فتتحول إلى بروتين حيوانى ، وقد تترك هذه النباتات فتموت فتتحول إلى مواد عضوية أزوتية ميتة ، ويفرز الحيوان مواد عضوية أزوتية ، كما أنه عند وفاته يتحول إلى مواد عضوية ميتة ، ثم تعاد الدورة فتتحلل هـــذه المواد العضوية بفعل البكتريا إلى غاز النشادر ثم أملاح الأزوتات وهلم جرا ...

ووجود النشادر بكثرة فى عينة من الماء يدل على تلوثها الحديث أما إذا تواجد الأزوتيت أو الأزوتات فيدل على تلوثها القديم .

دورات أخرى :

والمواد العضوية الكبريتية لها دورة أخرى مشابهة تتحول فيها أولا بفعل البكتريا اللاهوائية إلى كبريتور الإيدروجين ذو الرائحة الكريهة ثم بفعل البكتريا الهوائية والأكسجين تتحول إلى مركبات الكبريتات الثابتة التى يمتصها النبات غذاء له ثم كما حدث بالدورة الأزوتية تستكمل الدورة وتستمر .

وبالمثل المواد العضوية الكربونية نشاء أو سكر أو سيليلوز فبفعل بعض الكائنات الميكروسكوبية تتحول إلى ثانى أكسيد الكربون الذى يمتصه النبات وبعملية التمثيل الكلورفيلى يتحول ثانى أكسيد الكربون إلى نشاء وسكر وسيليلوز وتستمر الدورة .

تحليل مياه المجارى :

يجب تحليل المخلفات السائلة وذلك بإجراء اختبارات طبيعية وكيمائية وبكتريولوجية لمعرفة محتوياتها ، إذ أنه بمعرفة كمية المخلفات ومحتوياتها والمكان الذى سيتم التخلص منها فيه يمكن تحديد طريقة ودرجة التنقية الواجبة ، ويصمم تبعا لذلك وحدات المعالجة اللازمة . وبالاختبارات أيضا يمكن الوقوف على مدى كفاءة أعمال المعالجة ككل وكل ، وحدة منها على حدة . وفيما يلى أهم أنواع الاختبارات :

— مجموع المواد الصلبة : الثابتة والمتطايرة ، المواد العالقة الثابت منها والمتطاير .

— المواد القابلة للرسوب . المواد الذائبة الثابت منها والمتطاير .

— المركبات الأزوتية : النشادر ، الأزوت العضوى ، أزوتيت ، أزوتات

— الأكسجين الممتص
— الأكسجين الحيوى الممتص
— الكلوريد
— الشحوم والدهنيات
— القلوية
— الحمضية
— تركيز أيون الايدروجين
— الغازات : الاكسجين الذائب ، كبريتور الايدرجين .
— البكتريا : مجموع العدد الكلى لأنواعها المختلفة بوحدة الحجم من مياه المجارى .

وفيما يلى كيفية إجراء بعض من الاختبارات :

١ — المواد الصلبة :

وهى عبارة عن المواد العالقة والمواد الذائبة ـ المواد العالقة منها ماهو قابل للرسوب السريع أو البطىء ومنها ما هو غيرقابل للرسوب وهو يمثل حوالى ١٠٪ من مجموع المواد العالقة .

والمواد الصلبة إما ثابتة أو متطايرة ، والمواد الثابتة هى المواد التى تبقى بعد خروج المواد المتطايرة بفعل الحرارة .

ويجرى اختبار المواد الصلبة كالآتى :

يبخر حجم معين من مياه المجارى إلى درجة الجفاف، ووزن الناتج هو وزن المواد الصلبة .

المواد العالقة :

توزن ورقة ترشيح ثم يرشح من خلالها حجم معين من مياه المجارى ثم تجفف وتوزن والفرق بين وزنها بعد الترشيح والتجفيف هو وزن المواد العالقة

المواد القابلة للرسوب :

يملأ قمع أمهوف سعة لتر وقراءة حجم المواد الراسبة بعد خمس دقائق ونصف ساعة .وساعة، وتحدد الفترة الزمنية الأولى كمية المواد الثقيلة (التى يمكن التخلص منها بأحواض الراسب الرملى) وتحدد الفترتين الأخيرتين حجم المواد التى ترسب بأحواض الترسيب ويلاحظ أن الزيادة فى كمية الرواسب بعد فترة الساعة ضئيل وبعد ساعتين ضئيل للغاية .

٢ ــ النشادر الحر :

يقطر حجم معين من مياه المجارى فى وسط قلوى ضعيف لاستخلاص النشادر ثم تقطيره باللون بإضافة محلول نسلر الذى يعطى لون أصفر مع النشادر تتناسب شدة لونه مع زيادة تركيز النشادر ويقارن بمحلول قياسى أو بقرص قياسى باستعمال جهاز مقارنة الألوان . ويدل هذا الاختبار على مدى التحلل الذى طرأ على المركبات البروتينية .

٣ ــ الأزوت العضوى :

ويتم هذا الاختبار بتكسير المواد النتروجينية العضوية بواسطة حامض الكبريتيك وتحويلها إلى نشادر فينفصل بالتقطير . ويدل هذا الاختبار على مدى احتواء مياه المجارى للمركبات النتروجينية .

٤ ــ الأزوتيت :

يتم هذا الاختبار بتحويل الأزوتيت إلى طبيعته « الازوا » ذات اللون الوردى باستعمال حامض السلفانيلك ومقارنته لونيا بمحلول قياسى . ويدل هذا الاختبار على تحويل النشادر بفعل البكتريا الهوائية إلى أزوتيتات وهو بالتالى مقياس لمدى كفاءة عملية الأكسدة .

٥ — الأزوتات :

يجفف حجم معين من مياه المجارى على حمام مائى ثم يضاف محلول حامض الفينول ثم يضاف محلول نشادر مركز تدريجيا مع التقليب المستمر فيظهر لون أصفر تتناسب شدته مع درجة تركيز الأزوتات ويقارن اللون باستعمال محاليل قياسية معالجة بنفس الطريقة .

ويدل هذا الاختبار على المرحلة الأخيرة لعمليات تثبيت المركبات العضوية النتروجينية بفعل البكتريا الهوائية - ولذا فإن ارتفاع نسبة الأزوتات فى المياه المعالجة دليل على أقصى درجات الكفاءة لعملية التنقية .

٦ — الكلوريدات :

يعاين حجم معين من مياه المجارى مع محلول قياسى من نترات الفضة فى وجود كشاف كرومات البوتاسيوم - ومياه المجارى تحتوى على نسبة عالية من الكلوريدات بمقارنتها بمياه الشرب نتيجة لتواجد ملح الطعام بالبول .

وإن ارتفاع نسبة الكلوريدات يشير فى بعض الأحيان إلى ارتفاع نسبة المخلفات الصناعية التى تصرف إلى المجارى .

٧ — القلوية :

يعادل حجم معين من مياه المجارى بمحلول قياسى من حامض الكبريتيك فى وجود كشاف المثيل البرتقالى وتحسب القلوية على أساس كربونات الكالسيوم .

ومياه المجارى العادية تميل دائماً الى القلوية — وكلما قلت بها نسبة القلوية كان هذا دليلا على تعفنها أو وجود مخلفات صناعية حمضية .

٨ — الرقم الإيدروجيني :

ويتم هذا الاختبار بجهاز الرقم الإيدروجيني الكهربائي أو باستعمال أجهزة أخرى في وجود الكشاف المناسب .

ويدل هذا الاختبار على درجة تركيز أيون الإيدروجين في المياه وهو الرقم الإيدروجيني بمياه المجاري عادة حوالى (٧) وهو درجة التعادل .

ويتراوح الرقم الإيدروجيني بين صفر ، ١٤ والتعادل هو رقم ٧ والجدول التالي يبين قيمة الرقم الإيدروجيني المقابل لتركيز أيون الإيدروجين .

تركيز أيون الإيدروجين جرام/لتر	الرقم الإيدروجيني	
١ر٠	١ر٠	
٠١ر٠	٢ر٠	
٠٠١ر٠	٣ر٠	
٠٠٠١ر٠	٤ر٠	
٠٠٠٠١ر٠	٥ر٠	
٠٠٠٠٠١ر٠	٦ر٠	
٠٠٠٠٠٠١ر٠	٧ر٠	التعادل
٠٠٠٠٠٠٠١ر٠	٨ر٠	
٠٠٠٠٠٠٠٠١ر٠	٩ر٠	
٠٠٠٠٠٠٠٠٠١ر٠	١٠ر٠	
٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠١ر٠	١١ر٠	
٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠١ر٠	١٢ر٠	
٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠١ر٠	١٣ر٠	
٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠١ر٠	١٤ر٠	

ومنه يتضح أن الرقم الإيدروجيني يقل كلما ارتفعت درجة تركيز الإيون

والعكس بالعكس وإن قل عن ٧ دل على الحموضة وإن زاد دل على القلوية .

والتغيير فى الحموضة والقلوية ليس متناسبا بنسبة الرقم الإيدروجينى إذ أنها أعداد لوغاريتمية ، فتغير رقم واحد إيدروجينى يعنى تغير تركيز أيون الإيدروجين عشر مرات، وتغير ٢ يماثله تغير ١٠٠ فى تركيز أيون الإيدروجين.

٩ — كبريتور الإيدروجين :

يتم هذا الاختبار بتعريض حجم معين من مياه المجارى لمحلول قياسى من اليود فى وسط حمضى وباستعمال محلول النشا الكشاف ، ويقدر على أساس الكبريت .

ووجود هذا الغاز فى مياه المجارى دليل على تحلل المركبات العضوية المحتوية على الكبريت كالبروتينات وأملاح الكبريتات ويتم هذا التحلل بفعل البكتريا اللاهوائية . وهذا الغاز يعمل على تآكل جدران المواسير وبالأخص الأسمنتية كما يؤثر على منشآت المجارى المختلفة ويؤثر تأثيرا سيئا وضارا على عملية التنقية .

١٠ — الشحوم والدهون :

تحدد كمية الشحوم بمياه المجارى بفصل الأحماض الدهنية باستعمال حمض هيدروكلوريك وتبخيره حتى الجفاف ، وتوزن الشحوم والدهون المتحصل عليها وبذا تحدد كميتها .

وكثرة وجود الشحوم يدل على كثرة وجود مياه المطابخ والمصانع والصابون بمياه المجارى .

١١ — الأكسجين الذائب :

يضاف محلول كبريتات المنجنيز فى وسط قلوى لحجم معين من مياه المجارى فيرسب إيدروكسيد المنجنيز وبإضافة محلول يوديد البوتاسيوم وتحميض الوسط ينفرد اليود بكمية تكافىء الأكسجين الذائب — وتقدر كمية هذا اليود بواسطة محلول قياسى هيبوكبريتات الصديوم فى وجود النشا كشاف .

ولا يوجد الأكسجين الذائب عادة فى مياة المجارى وبالأخص التى مضى عليها مدة بعيدة عن الشمس والهواء ويدل عدم وجوده على تعفن مياه المجارى وتحلل المواد العضوية .

١٢ — الاكسجين المستهلك كيميائيا :

يضاف محلول قياسى من ثانى كرومات البوتاسيوم وحامض كبريتيك مركز لحجم معين من مياه المجارى وتسخينه لدرجة الغليان لمدة ساعتين مع استعمال مكثف رأسى ثم يبرد ويعالج الباقى من ثانى كرومات البوتاسيوم بمحلول قياسى من كبريتات الحديدوز الامونيونى فى وجود كشاف التيرومين .

وهذا الاختبار يحدد كمية المواد القابلة للاكسدة .

١٣ — الاكسجين الحيوى الممتص :

وهو من أهم الاختبارات إذ يستخدم كمقياس يستدل منه عن درجة تلوث المياه .

والاكسجين الحيوى الممتص هو كمية الاكسجين اللازمة لأكسدة مادة متحللة فى درجة حرارة معينة ووقت محدد .

ولتحديده يحتاج الأمر إلى عدة أسابيع ، ويجرى تحديده بهذا النحو فى

حالات خاصة كاجراء بحث يستلزم ذلك ، إنما المعتاد (دون ذكر أى تحديد) هو الاختبار الذى يتم فى درجة حرارة ٢٠° سنتجراد والوقت المحدد هو خمسة أيام .

وقد وجد أن الأكسجين الحيوى الممتص لمدة خمسة أيام فى درجة حرارة ٢٠° سنتجراد يعطى ٦٨ ٪ من المجموع الكلى المحتاج إليه فإن زيدت المدة إلى عشرة أيام حصلت من الاختبار على ٩٠ ٪ من الأكسجين الحيوى الممتص الكلى المطلوب — وطريقة الاختبار كالآتى :

تخفف مياه المجارى بمياه شرب عادية بنسب معلومة تتفاوت حسب حالة مياه المجارى ودرجة تركيزها — ويقاس الأكسجين الذائب عند بدء التجربة — ثم يوضع فى محضن درجة حرارته ثابتة ٢٠°م ويترك لمدة خمسة أيام ثم يعاد قياس الأكسجين الذائب والمتبقى ، والفرق هو الأكسجين الحيوى اللازم .

ويمكن تعريف الأكسجين الحيوى الممتص بأنه كمية الأكسجين اللازمة لأكسدة المواد العضوية تحت تأثير الأنزيمات التى تفرز من الكائنات الحية أو الموجودة أصلا بمياه المجارى وتحويلها إلى مواد ثابتة غير عضوية .

لذلك فان هذا الاختبار هو المقياس الحقيقى للحمل العضوى .

١٤ — البكتريا :

واختبارات البكتريا تعمل بمساعدة المجهر وتحديد أشكالها وأنواعها وعددها فى وحدة الحجم — وهى رغم الدقة تعطى نتائج تقريبية لشدة الاختلاف بين عينة وأخرى .

وهذه الاختبارات ضرورية عندما يتخلص من مياه المجارى (الخام أو المعالجة) بالبحار ويخشى منها أن تلوث الأسماك أو الصدفيات أو من عودتها لشواطىء الاستحمام .

كذا عند صرفها فى كتلة مائية تستخدم كمصدر مباشر أو غير مباشر لمياه الشرب ويخشى أن يوجد بالمياه حتى بعد معالجتها بعض الجراثيم الممرضة .

١٥ — الكلور :

تأخذ عدة حجوم متساوية من مياه المجارى يضاف إلى كل منها جرعات مختلفة من محلول الكلور القياسى وتترك لمدة ١٥ دقيقة ثم يقدر الكلور المتبقى باستخدام محلول الأرثوتولدين الذى يعطى لونا أصفر وتحدد جرعة العينة التى ما زال متبقى بها كلور بالنسبة المطلوبة الجرعة التى تستخدم لتعقيم مياه المجارى المماثلة لقوة العينة .

الباب السابع

أغراض معالجة مياه المجارى

وحداتها المختلفة واختيار مواقعها

سبق أن ذكرنا أن مياه المجارى عبارة عن مياه عادية لوثت بالاستخدام وأن سبب تلوثها يرجع إلى ما أصبحت تحمله من مواد صلبة بعضها عضوى والآخر غير عضوى ، وهى إما عالقة أو ذائبة ، والمواد العضوية سريعة التحلل والتعفن ومتطايرة يخرج منها الغازات ، ويمكن حصر غالبية مكونات مياه المجارى فى الآتى :

١ — مواد طافية سواء كانت كبيرة أو صغيرة الحجم .

٢ — مواد عالقة سريعة الرسوب .

٣ — مواد عالقة بطيئة الرسوب .

٤ — مواد ذائبة .

٥ — غازات متولدة من المواد العضوية المتطايرة الغير ثابتة .

٦ — كائنات حية دقيقة بعضها يساعد عملية المعالجة والبعض الآخر ضار وهى عبارة عن جراثيم ممرضة .

لذا فمعالجة مياه المجارى هو تنقيتها من هذه المكونات كلها أو بعضها بأفضل الطرق الفنية والاقتصادية حتى تصبح مطابقة للشروط والمواصفات التى تسمح بالتخلص منها دون ضرر على مكان التخلص أو على الصحة العامة :

ويشترط فى اختيار مواقع أعمال المعالجة النقاط الأساسية الآتية :

١ — أن تكون بعيدة ما أمكن عن الكتلة السكنية وما ينتظر لها من امتداد في المستقبل .

٢ — ألا تستغرق المخلفات السائلة مدة طويلة بالشبكة حتى تصل لأحواض المعالجة وذلك لمنع شدة تعفنها وتعقدها وصعوبة معالجتها ولذا في المدن الكبيرة يجب مراعاة إنشاء عدة مواقع لمعالجة مياه المجارى بدلا من تجميعها فى موقع واحد الأمر الذى يستلزم زيادة تكاليف الشبكة زيادة باهظة علاوة على شدة تعفن المياه .

٣ — ألا تهب الريح من موقع المعالجة إلى الكتلة السكنية لحمايتها من الروائح الكريهة .

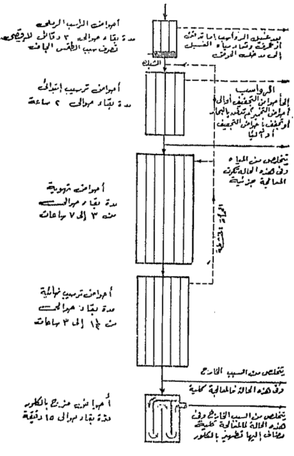
٤ — قرب ما أمكن موقع المعالجة من مكان التخلص من المياه بعد معالجتها .

٥ — وجود المساحة الكافية لإنشاء أحواض المعالجة والتوسعات اللازمة لها لمقابلة تصرفات المستقبل

٦ — تجنب اختيار موقع أعمال المعالجة فى الأراضى الزراعية أو الأراضى مرتفعة القيمة .

٧ — مراعاة ما أمكن أن تسمح طبوغرافية الموقع بدخول المياه عند بدء وحدات المعالجة والمرور بأحواضها المختلفة والخروج النهائى منها والوصول إلى مكان التخلص بالانحدار الطبيعى مع الأخذ فى الاعتبار سهولة إنشاء أحواض المعالجة دون أن يعترضها صعوبات ودون الاحتياج إلى كميات حفر كبيرة الأمر الذى يزيد فى تكاليف إنشائها . ويراعى فى تصميمها إمكان معالجة مياه المجارى التى تصل إليها عند بدء تشغيلها وما سيصل إليها بعد عشر سنوات من بدء التشغيل بكفاءة تامة مع مراعاة التذبذب فى التصرف فى مختلف فصول السنة ومختلف ساعات اليوم .

ونوضح فى الكروكى (شكل رقم ٧٧) أحواض المعالجة ومهمة كل .



شكل رقم (٧٧)

وقد يتم التخلص من المياه خام أو تعالج بأحد وحدات المعالجة فقط وقد تعالج فى أكثر من وحدة وذلك حسب ما يتقرر بالنسبة لمكان التخلص مع مراعاة الناحيتين الصحية والاقتصادية .

وإذا ما عولجت المياه بالمصافى والراسب الرملى وأحواض الترسيب الابتدائية سميت المعالجة التى تنتهى عند هذا الحد بالمعالجة الجزئية أو المعالجة الميكانيكية أو المعالجة الطبيعية .

فإذا ما عولجت علاوة على ذلك فى أحواض التهوية وأحواض الترسيب

النهائية سميت بالمعالجة الكلية — وقد يستلزم مزج السيب الخارج من أحواض الترسيب النهائية بالكلور لتعقيمه ، وفى حالة التنقية الكلية قد يضاف إلى ما سبق بضع وحدات أخرى لزيادة المعالجة وهى :

١ — أحواض ترسيب أولية ، لترسيب المواد القابلة للرسوب فى ١٥ دقيقة وتنشأ بعد أحواض الراسب الرملى .

٢ — أحواض فصل الشحوم ، تنشأ بعد أحواض الراسب الرملى فى حالة وجود الشحوم بكميات كبيرة ويراد الاستفادة من أعادة استخدامها أو التخلص منها لعدم إعاقة عمليات التهوية .

٣ — أحواض تهوية أولية تنشأ بعد أحواض الراسب الأولية أو بعد أحواض فصل الشحوم إن وجدت وذلك لإعطاء حقنة من الهواء للمياه المتعفنة لتوقف زيادة تعفنها .

وقد يرى لأسباب خاصة معالجة مياه المجارى لدرجة أعلا من درجة التنقية الكلية ، كما أنه فى بعض عمليات قليلة فى العالم قد تنقى مياه المجارى لدرجة تسمح باستعمال السيب الخارج منها مباشرة للشرب وفى هذه الحالة يجب أن يطابق السيب الخارج الشروط والمعايير الواجب توفرها فى مياه الشرب .

الباب الثامن

المصافى وغرف التصفية وأحواض حجز الشحوم

المصافى :

أول خطوات معالجة مياه المجارى هو تمريرها خلال مصافى لحجز كافة المواد كبيرة الحجم سواء كانت عائمة أو عالقة للتخلص منها ، وفى بعض المدن يكتفى بالمصافى لمعالجة مخلفاتها السائلة ، غير أن هذه المعالجة ضعيفة للغاية لدرجة أنها تعتبر غير ذات قيمة وأهم فائدة لها هى منع انسداد المواسير وحماية الطلمبات وتقليل الخبث الطافى (المواد العائمة) بأحواض الترسيب كما تخفف الحمل العضوى إلى حد بسيط عن أحواض المعالجة وتمنع انسداد مواسير المرشحات .

والمصافى عبارة عن قضبان حديدية من الزهر أو الصلب وقطاعها مستطيل وتركب المصافى مائلة بزاوية مع الأفق تتراوح بين ٣٠° ، ١٠° وقليلا ماتكون رأسية ونادرا ما تكون أفقية ، وتثبت القضبان فى أعلا وأسفل المبانى ، وقد تربط ببعضها البعض بقضبان عرضية على مسافات بشرط ألا تعوق هـــذه القضبان العرضية أمشاط التسليك .

وتنقسم المصافى من حيث المسافة بين قضبانها إلى قسمين رئيسيين :

١ — مصافى متوسطة الفتحات لحجز المواد كبيرة الحجم .

٢ — مصافى دقيقة صغيرة المسافة بين قضبانها .

والمصافى متوسطة الفتحات هى كما تدل عليها تسميتها ذات فتحات متوسطة السعة بحيث لا تسمح بمرور المواد كبيرة الحجم من خلالها ، والمسافة بين قضبانها تتراوح بين بوصة وثلاث بوصات ، وترتفع المصفاة لحوالى ٦٠ سم فوق منسوب مياه المجارى الواردة إليها — وتنظف باليد أو ميكانيكيا وموضح بالشكل رقم (٧٨) أنواع مختلفة من المصافى .

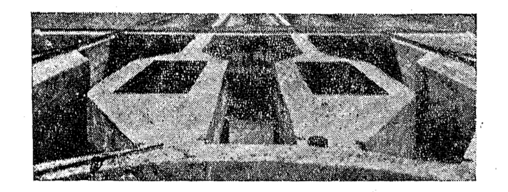
وهناك نوع من المصافى تستخدم عندما يكون منسوب مياه المجارى عميق بالنسبة لمنسوب الأرض بالموقع ، وهى تتكون عادة من شبكتين إحداهما ترفع بالونش أو باليد للتنظيف بينما الأخرى بالعمل وغالبا ما تستخدم هذه المصافى بمبارات المحطات الكبرى وقلما يحتاج إليها فى أعمال التنقية .

وغالبا ما تستخدم القوى الكهربائية لإدارة المصافى الميكانيكية وهى نوعان رئيسيان أولهما النوع الذى ينظف وهو مغمور بالماء والأخرى ينظف فوق سطح الماء — وتصنع هذه المصافى فى كثير من دول العالم ومنها جمهورية مصر العربية .

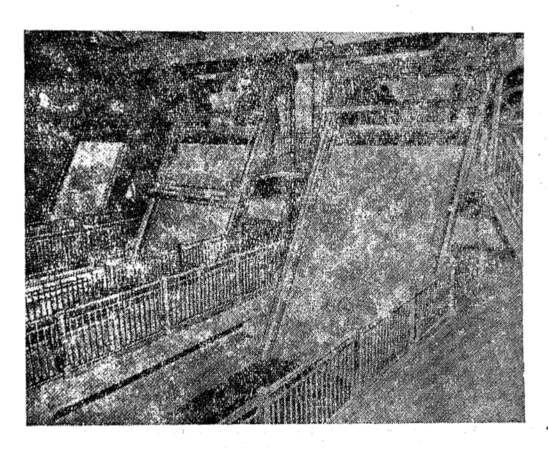
المصافى الدقيقة ، وهى غالبا ماتستخدم قبل دخول مياه المجارى لأحواض التنقية المختلفة وقد تستخدم بعد أحواض الترسيب لمنع انسداد مسام مرشحات الزلط .

ومعظم المصافى الدقيقة تدار ميكانيكيا بمحركات كهربائية وهى على عدة أنواع والمسافة بين قضبانها تتراوح بين ½ بوصة ، بوصة .

وتوجد مصافى كبيرة الحجم تتراوح فتحاتها بين ٢ بوصة ، ٦ بوصات وتستخدم لحماية الطلمبات والبلوف من المواد الكبيرة كقطع الخشب والحيوانات الميتة ، كما توجد مصافى دقيقة للغاية بشكل أن فتحاتها عبارة عن شقوق مساحتها عبارة عن ½ بوصة إلى ١/٣٢ من البوصة عرضا ، ½ بوصة إلى ٢ بوصة طولا وتستخدم

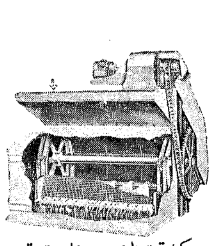


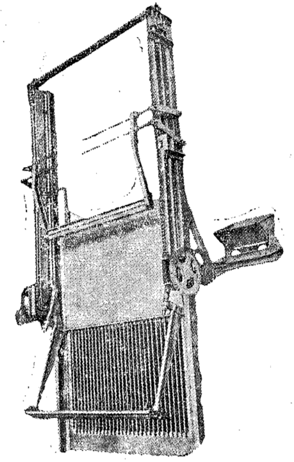
مصفاة تنظف يدويا



مصفاة تنظف ميكانيكيا

شكل رقم (٧٨)


كيفية تنظيف مصفاة دقيقة


مصفاة تنظف ميكانيكيا

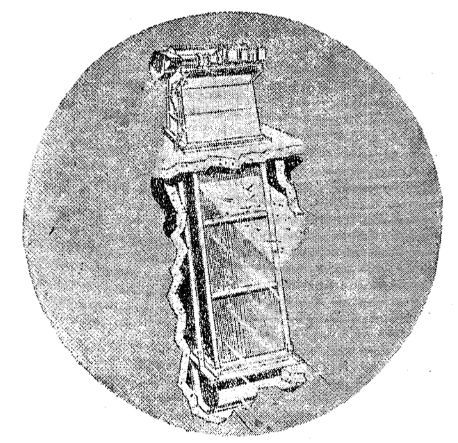
تابع شكل رقم (٧٨)

لمياه المجارى التى يراد التخلص منها بالتخفيف أى تصرف فى كتل مائية كبيرة دون أى تنقية إطلاقا أو تستخدم لحماية مرشحات الزلط أو بغرف توزيع مياه المجارى أو قبل أحواض تنشيط الحمأة.

وتنقسم المصافى من حيث الوضع إلى ثلاثة أقسام :

١ — ثابتة .   ٢ — يمكن تحريكها .   ٣ — متحركة .

والمصافى الثابتة هى مصافى مثبتة بمكان تركيبها وتنظف بآلة تشبه أسنان المشط مصممة بحيث يمكنها أن تدخل فى الفراغات الموجودة بين القضبان حاملة معها ما حجز بهذه الفراغات من مواد .



مصفاة دقيقة

تابع شكل رقم (٧٨)

والمصافى الممكن تحريكها تظل ثابتة طالما هى بالعمل وترفع للتنظيف .

والمصافى المتحركة هى مصافى دائمة الحركة وتنظف أثناء عملها ويجب أن تكون مزدوجة العدد حتى تقوم إحداها بالعمل بينما تكون الأخرى بالتنظيف . ولاينصح باستخدامها للعمليات الصغيرة ، وهى تنظف إما بالفرش أو بالمياه أو الهواء أو البخار المندفع بقوة على المصفاة لتنظيفها مما يعلق بها .

ويجب مراعاة أن تكون الأرضية تحت الشبك بميل كاف يمنع أى ترسيب بها — ولإعطاء فكرة عن كمية المخلفات بالمصافى فهى حوالى ٥٠ كيلو جرام لكل ١٠٠٠ م ٣ من مياه المجارى ، وهذا الرقم تقريبى ولا يمكن تطبيقه على جميع أنواع مياه المجارى ولجميع أنواع الشبك إذ يتوقف على الآتى :

١ — نوع المصفاة من حيث سعة الفتحات .

٢ — نوع مياه المجارى (قوية — متوسطة أو ضعيفة) — ومدى العناية المعطاة لتطهير شبكة المواسير — مدى ارتفاع وعى المواطنين فى استخدامه لمرفق المجارى العمومية — أنواع رصف الشوارع ونظافتها .

٣ — هل يسبق المصفاة مصفاة أخرى أو أكثر من عدمه .

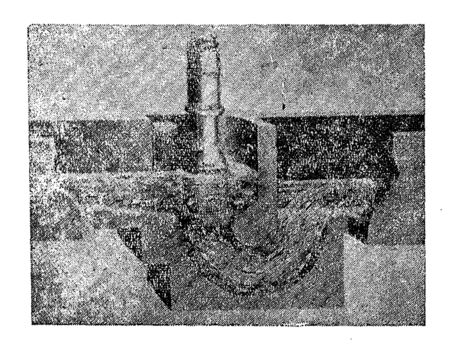
ولتقوم المصفاة بعملها على الوجه المرضى ولا تسد فتحاتها بسهولة فى حالة أى تقصير فى عملية تنظيفها يجب ألا تقل مساحة فتحاتها (فى حالة شبكة الصرف المنفصلة) عن ضعف مساحة مقطع الماسورة الوارد منها مياه المجارى ، أما أن كان الصرف مشتركا زيدت مساحتها إلى ثلاثة أمثال .

ويتم التخلص من مخلفات المصافى بنقلها يدويا أو ميكانيكيا إلى مكان ملاصق لها أو قريب منها — وفى جميع الحالات يجب تصفيتها من الماء وعمل الترتيب اللازم لرجوعه إلى غرفة المصافى ، أما المخلفات وهى ما زالت تحتوى على حوالى ٨٥ ٪ من وزنها ماء إما أن :

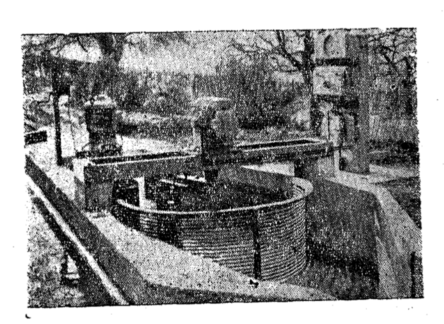
(ا) تدفن فى الأرض .   (ب) أو تحرق .

(ج) أو تقطع بواسطة آلة القواطع إلى أحجام صغيرة للغاية وتعاد بعد ذلك إلى أحواض التصفية ، ومن مساوىء هذه الطريقة أنها تزيد حجم الخبث الطافى بأحواض الترسيب وتسبب ارتفاع نسبة الأحماض بأحواض تخمير الحمأة مما يضر بعملية التخمير ، ومع ذلك فإنها أفضل الطرق من جهة النظافة للتخلص من مخلفات المصافى .

والقاطع كما فى شكل رقم (٧٩) هو جهاز يدار بالقوى الكهربائية وله ريش عبارة عن سكاكين قوية حادة تقطع وتفرم المواد كبيرة الحجم وتحولها إلى أحجام صغيرة للغاية تتراوح بين $\frac{٣}{١٦}$ من البوصة و $\frac{٣}{٨}$ البوصة ، وإن استخدم القاطع أمكن الاستغناء عن استعمال المصافى . ولكن لكثرة أعطاله واحتياجه لكثرة الصيانة فهو غير شائع الاستعمال وقد يستعمل بالإضافة إلى المصافى فينشأ بجانبها لاستخدامه فقط فيما يراد تفتيته من مواد .



قاطع



قاطع

شكل رقم (٧٩)

(د) أن تنقل إلى المقالب العمومية وتعامل معاملة المخلفات الصلبة (القمامة) سواء بسواء .

(هـ) وقد توضع على طبقات لتخميرها لتحويلها إلى سماد وذلك بعد فصل المواد الغير عضوية منها ، ولا ينصح باستخدام هذه الطريقة إلا في حالة الضرورة القصوى إذ أن قيمتها السمادية منخفضة ، وقد تحتوى على ميكروبات ضارة لذا لا تستخدم إلا لتسميد المزروعات التي تدخل النار قبل أكلها .

ويستحسن أن تنشأ المصافي ويحفظ ناتج تطهيرها في أماكن مقفولة مع عمل التهوية اللازمة لها حتى لا تنتشر منها الروائح الكريهة .

وخواص مخلفات المصافي مختلفة ، ويوضح البيان التالي بعض خواصها :

— نسبة الرطوبة تتراوح بين ٦١ر٧ إلى ٩٤ في المائة .

— نسبة المواد المتطايرة تتراوح بين ٦٨ إلى ٩٣ر٥ في المائة .

وفيما يلي القيمة السماديه لمخلفات المصافي وهي أقل من القيمة السمادية لمياه المجاري الخام :

الأزوت	٠ر٠٢ إلى ٢ر٢٥ ٪
بوتاس	٠ر٠٦٤ إلى ٠ر٤ ٪
فسفور	٠ر١١٥ إلى ١ر٥٧ ٪
أثير ذائب	١ر٦٨ إلى ١ر٢١ ٪
قيمة حرارية	٦ر٠٠ إلى ٩ر٩٣٤ سعر / رطل

تشغيل وصيانة المصافي :

المصافي اليدوية :

يجب تنظيف المصافي اليدوية بصفة مستمرة ويجب عدم تركها لدرجة يتسبب عنها حجز ورفع المياه أمامها ، وعدم السماح بأى ترسيب بغرف المصافي

وإن وجدت رواسب وجب تقليبها لتسير مع المياه الخارجة وإن تعذر التقليب اللازم استخدم نافورى لدفقها.

وتشون المخلفات لمدد قصيرة على ممشى مجاور منحدر اتجاه غرفة المصافى أو على ممشى من الألواح المخرمة ليتسنى تصفيتها من الماء مع سهولة التخلص منه

ويجب التخلص من المخلفات فى أسرع وقت ممكن ، وأفضل طريقة هى تشوين المخلفات فى صناديق من الصاج قاعها مخرم تصرف منه المياه رأسا لغرفة المصافى ومسقوفة بغطاء متحرك ، بقفله يحجب رؤية القاذورات ويمنع انتشار الرائحة الكريهة ، ويمكن ترك هذه المخلفات بهذه الصناديق فى البلاد ذات المناخ البارد لمدة تتراوح بين ١٢ ، ٢٤ ساعة دون أن ينبعث منها روائح كريهة وقد وجد أن وزنها بعد تشوينها لهذه الفترة قد انخفض بحوالى ٣٠٪ ، أما فى البلاد ذات الجو الحار فينصح بنقلها مرتين فى اليوم على الأقل ويجب ألا تزيد سعة هذه الصناديق عن ١ر٠ م٣ حتى لا يشون بالصندوق الكثير من الرواسب فتتكدس به وتصعب عملية تصفيتها من المياه .

وإذا ما اضطر إلى تشوينها لمدة أطول من السابق ذكرها وجب رشها بكمية من الجير لمنع الروائح .

ويجب تنظيف المشايات وممرات الماء وإجمالا جميع المبنى الشامل للمصافى تنظيفا جيدا بغسله مرتين فى اليوم على الأقل مع استخدام المطهرات بعد كل غسيل.

المصافى الميكانيكية :

يتبع فى تشغيل وصيانة المصافى الميكانيكية ما أشير إلى اتباعه فى تشغيل وصيانة المصافى اليدوية ولا داعى لتنظيف المصافى الميكانيكية ذات الفتحات الواسعة بصفة مستمرة بل تنظيفها كلما استدعى الأمر ، وذلك لعدم الحاجة واقتصادا للقوى الكهربائية . ويمكن تشغيل التنظيف الميكانيكى وإيقافه ذاتيا وذلك باستخدام عوامة عندما ترتفع لمنسوب معين تقوم ماكينات التنظيف

ويتم تشغيلها فإذا ما انخفض منسوب المياه أمام الشبك (دليل على نظافته) انخفضت معه العوامة فيتوقف جهاز التنظيف ذاتيا عن العمل .

ويجب مراعاة توفر الأدوات الاحتياطية اللازمة لجهاز التنظيف الميكانيكى وبالأخص المهمات سريعة الاستهلاك .

ويجب غسيل المصافى ضيقة الفتحات مرتين فى اليوم على الأقل وذلك بخرطوم تندفع منه المياه بشدة ويستحسن لو تم الغسيل مرة فى اليوم بمياه مختلطة بقليل من البترول لإزالة المواد الدهنية من قضبان المصافى - ويلزم من وقت لآخر (حوالى كل شهرين) تنظيف القضبان بفرش من السلك .

يجب دهان جميع الأعمال الحديدية للمصافى مرة سنويا وتغيير ماقد يتآكل من الألواح أو القضبان الحديدية أو غيرها أولا بأول حتى تتم عملية التنقية على أكمل وجه .

كيفية التخلص من مخلفات المصافى :

سبق أن ذكرنا ضرورة سرعة التخلص من مخلفات المصافى إذ أنها سريعة التعفن وأوضحنا طرق التخلص منها ونذكر فيما يلى بعض التفاصيل الواجب مراعاتها عند التخلص منها بالحريق أو الدفن .

التخلص بالحريق :

كثيرا ما يتخلص من مخلفات المصافى بالحريق - ويستحسن فى هذه الحالة بعد تصفية المخلفات طبيعيا مما تحويه من مياه أن تصفى أيضا ميكانيكيا حتى تتم عملية الحريق بأرخص التكاليف - وتوجد عدة أجهزة سواء للتصفية الميكانيكية أو لعملية الحريق ، ويجب مراعاة نظافتها والحرص على توفر أدواتها الاحتياطية والعناية التامة فى تشغيلها - والرماد المتخلف من عملية الحريق يصلح لأن يكون سمادا جيدا للأراضى الزراعية .

ويجب ملاحظة عدم تلوث الجو بدخان ورائحة المخلفات عند حرقها وذلك بإنشاء المداخن المرتفعة واستعمال أجهزة توضح درجة تركيز تلوث الجو لاتخاذ ما يلزم من حيطة فى حالة ارتفاع درجة التركيز .

الدفن :

ومن أكثر الطرق استخداما طريقة التخلص من مخلفات المصافى بالدفن ويتم ذلك فى حفر بالأرض ويجب تغطيتها أولا بأول بالرمال أو الأتربة الجافة النظيفة — ويستحسن ألا تزيد طبقة ردم المخلفات عن ٦٠ سم وأن ترش بالجير الحى وبالأخص بالمناطق الحارة وذلك منعا من انتشار الروائح الكريهة أو توالد الذباب.

غرف التصفية أو غرف الراسب الرملى :

الغرض منها :

الغرض من إنشاء غرف التصفية هو حجز المواد الغير عضوية كالرمل وغيره من المواد المعدنية ، وهذه المواد سريعة الرسوب ومن غير المرغوب فيه حجزها بأحواض الترسيب لسببين أساسيين :

الأول : بحجز المواد العضوية والغير عضوية بأحواض الترسيب يمتزجا ببعضهما وتتكون بذلك رواسب كبيرة الحجم نوعا يصعب سيرها فى مواسير نقل الرواسب فتعمل على انسدادها وبذا تعطل أحواض الترسيب عن القيام بعملها . كما أن نقل المواد الغير عضوية لأحواض تخمير الحمأة وأحواض تجفيفها تزيد العبء على هذه الوحدات وتعيقها عن القيام بواجبها على الوجه المرضى وتقلل من كفاءتها ، بينما هذه المواد فى غير ما حاجة إطلاقا إلى هذه المعالجة .

الثانى : الرواسب الناتجة من مزيج من المواد العضوية والغير عضوية تقل قيمتها السمادية لوحدة الحجم أو الوزن عما لو كانت الرواسب من مواد عضوية فقط بل أن المواد الغير عضوية تهبط بمستوى الأرض الزراعية لما تضيفه إليها من رمال ومواد معدنية لتربتها ، وعلاوة على هذه الأضرار فإنها تزيد من تكاليف نقل السماد العضوى للاضطرار لنقله مع ما هو ممزوج به من مواد غير عضوية ، علما بأن تكاليف النقل لها أثر كبير فى إقبال المزارعين على هذا النوع من السماد أو العكوف عنه ، وأن البلديات تعمل جاهدة فى ترغيب المزارعين لشرائه إذ أنه أفضل وسيلة اقتصادية للتخلص منه مع الاستفادة به .

أنواع غرف الراسب الرملى :

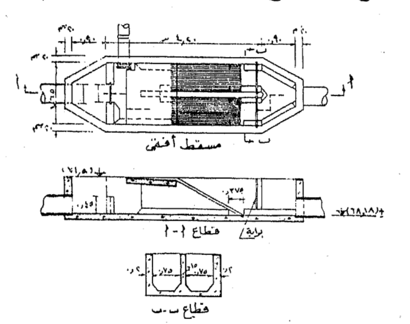
غرف الراسب الرملى من وجهة تنظيفها نوعان :

١ — غرف تنظف يدويا وهى كثيرة الاستخدام فى أعمال المعالجة الصغيرة أو عندما تتوفر الأيدى العاملة . وفى هذه الحالة يحتاج الأمر إلى إنشاء وحدة احتياطية لاستخدامها بدل الوحدة التى تقوم بالتنظيف . ويجب أن تزود كل وحدة ببوابات فى المدخل والمخرج حتى يمكن القفل عليها ونزح المياه منها لوحدة أخرى توطئة لتنظيفها .

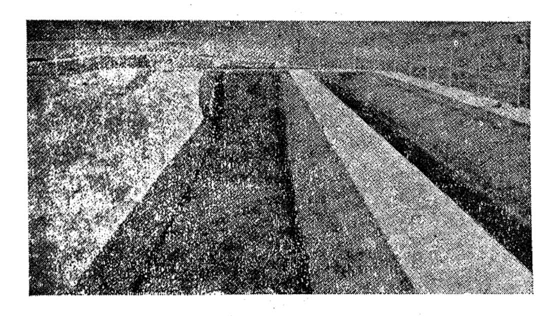
ولتقليل عدد مرات التنظيف وبالتبعية تقليل عدد الأيدى العاملة اللازمة له تنشأ هذه الوحدات على منسوب مرتفع عن سطح الأرض (ما يقرب من مترين) وتنفذ أرضية كل حوض بميول تنتهى عند نقطة تجميع يركب بأسفلها ماسورة لتفريغ الرواسب مزودة بيلف بفتحه تنساب الرواسب إلى عربات من الصاج وبعد التأكد من تفريغ الرواسب من الحوض يقفل البلف وتنقل بالعربات إلى المكان المخصص لتجميع هـــذه الرواسب توطئة للتخلص منها .

٣ — غرف تنظف ميكانيكيا : وتوجد غرف يتم تنظيفها ميكانيكيا وتستعمل أجهزة مختلفة الأنواع لهذه العملية .

وموضح بعض أنواع غرف الراسب الرملي بالشكل رقم (٨٠) .

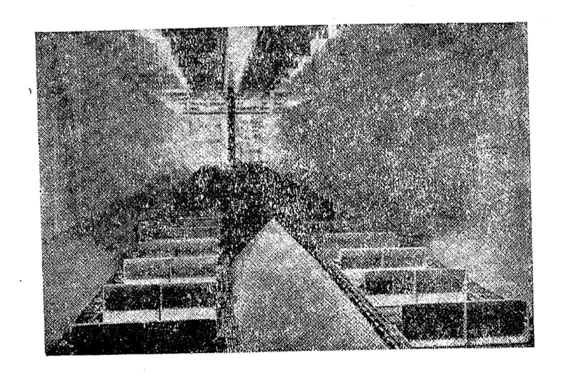


غرفة راسب رملي ومصافي



غرفة راسب رملي تنظف يدويا

شكل رقم (٨٠)



غرفة راسب رملى تنظف آليا
تابع شكل رقم (٨٠)

كميات وخواص المواد المفروض رسوبها بأحواض التصفية :

تتوقف كمية هذه المواد على الآتى :

١ — كمية تصرف المخلفات السائلة .

٢ — أنواع الرصف المختلفة لشوارع المدينة ومدى العناية بنظافتها .

٣ — مدى هبوب الرياح المحملة بالرمال والأتربة .

٤ — مدى ارتفاع الوعى فى استخدام شبكة المجارى ومدى العناية بنظافتها، وعدد أحواض الترسيب والمصافى المنشأة بالشبكة قبل وصول مياه المجارى لأعمال المعالجة .

٥ — طريقة تجميع مياه المجارى ، بالطريقة المشتركة أو المنفصلة .

وتختلف كمية هذه الرواسب اختلافا كبيرا فهى تتراوح بين ٠٥ر٠ م٣ إلى متر مكعب لكل ٠٠٠ر١٠ م٣ من مياه المجارى الخام .

وخواص المواد المرسبة بهذه الأحواض تتوقف على محتويات المياه الخام من المواد الغير عضوية كما تتوقف على نوعية التصميم وطريقة التشغيل والصيانة .

تصميم غرف الراسب الرملي :

غالباً ما تصمم غرف الراسب الرملي شاملة للمصافى لذا يجب أن يكون عرض المصافى مساويا لعرض غرفة الراسب الرملي وطولها مناسبا لطول الغرفة.

ولما كان الغرض من غرف التصفية هو ترسيب المواد الغير عضوية فقط لذا يجب أن تكون سرعة المياه بها فى حدود تسمح لهذه المواد (وهى سريعة الرسوب) بالرسوب ولا تسمح لرسوب المواد العضوية وبذا يسهل التخلص منها دون خشية من انبعاث أى رائحة كريهة منها أو خطر صحى نتيجة تحلل المواد العضوية .

وللوصول إلى هذا الغرض تصمم أحواض التصفية على الأسس الآتية :

١ — السرعة حوالى ٣٠ سم / الثانية .

٢ — مدة البقاء حوالى ٣ دقائق لأقصى تصرف الطقس الجاف .

٣ — لا يزيد فاقد الضغط لمياه المجارى بعد مرورها من أحواض التصفية والمصافى عن ٥ سم ولذا لا تستخدم المصافى الدقيقة لتجنب زيادة الفاقد .

ولما كان التصرف الوارد لأعمال المعالجة متذبذب غير ثابت ولضمان الاحتفاظ بالسرعة حوالى ٣٠ سم / الثانية بهذه الأحواض لذا تستخدم احد الطرق الآتية :

(ا) ينشأ هدار متحرك عندمخرج الغرفة يرفع ويخفض تبعا لزيادة التصرف وضعفه بذا يمكن التحكم فى السرعة .

(ب) تنشأ غرفة التصفية بسعة تجعل سرعة المياه بها ٣٠ سم / ثانية فى حالة

متوسط تصرف الطقس الجاف وينشأ بحائطها الجانبى هدار تفيض منه المياه لغرفة تصفية أخرى مجاورة عند زيادة التصرف وارتفاع منسوب المياه بها ، ويراعى أن يكون تصريف المياه من كل منهما منفصلا .

(ح) إنشاء قطاع الغرفة دائريا أو بيضاويا ليقل القطاع الذى تسير به المياه عندما يقل التصرف وبذا يمكن الاحتفاظ بسرعة ثابتة تقريباً رغم اختلاف كمية التصرف الوارد .

فى بعض العمليات يستخدم الهواء المضغوط بغرف التصفية على أن يكون ضغطه مناسبا بحيث لا يؤثر على ترسيب المواد الغير عضوية ويثير ويمنع رسوب المواد العضوية ، وهو فى نفس الوقت بما به من أكسجين ينشط مياه المجارى الخام الداخلة لأعمال التنقية والتى أصبحت فى حاجة ماسة إلى إنعاشها بالأكسجين بعد أن ظلت مدة فى شبكة المجارى بعيدة عن الشمس والهواء .

التشغيل والصيانة :

فى حالة التطهير اليدوى يجب القفل على الحوض إذا ما زادت السرعة به عن ٣٠ سم فى الثانية أو عند ملاحظة امتلاء جزء كبير منه بالرواسب وتتراوح الفترات بين التنظيف فيما بين أسبوع وأسبوعين ويتوقف ذلك على نوع مياه المجارى وما تحمله من مواد .

وفى حالة التطهير الميكانيكى يجب مراعاة المحافظة على حوائط وقاع الحوض من أى تلف من آلات التطهير الميكانيكى والتى يجب المحافظة عليها نظيفة وتزييتها وتشحيمها بصفة دورية ، كما يجب مراعاة توفر ما يلزمها من أدوات احتياطية ودهان جميع الأعمال الحديدية مرة سنويا على الأقل ويجب يوميا غسيل حوائط ومشايات الأحواض مما قد يعلق بها من قاذورات أو شحومات .

وقبل التخلص من الرواسب تصفى مما بها من ماء الذى يعاد بالراجع إلى احواض التصفية ، فان كانت الرواسب محملة بنسبة ملحوظة من المواد العضوية

تغسل جيدا بالمياه النظيفة فنتخلص بذلك من المواد العضوية وتعاد مياه الغسيل مع ما تحمله من مواد عضوية إلى أحواض الترسيب .

وبذا نحصل على رواسب نظيفة عبارة عن مواد غير عضوية يمكن التخلص منها والاستفادة بها فى نفس الوقت بردم المنخفضات أو ما يلزم الطرق من تعليات لمناسيبها وغير ذلك من أعمال الردم دون أى ضرر منها أو رائحة . أما فى حالة وجود نسبة ملحوظة من المواد العضوية بالرواسب (لعدم تنظيفها) فتحرق مع مخلفات المصافى أو تلقى بالبحار أو تدفن معها بالتربة .

أحواض حجز الشحوم :

إذا كانت كمية الشحوم بمياه المجارى بنسبة عالية ، تنشأ أحواض خاصة لمعالجتها للتخلص منها قبل دخول المياه لأحواض الترسيب وبالأخص إن كان يتلوها أحواض معالجة بتنشيط الحمأة لما تسببه المواد الدهنية من ضرر بليغ بمهمة هذه الأحواض .

ومدة البقاء بأحواض فصل الشحوم تتراوح بين خمس وثمانى دقائق وغالباما يستخدم بهذه الأحواض الهواء المضغوط ليساعد على سرعة طفو الشحوم على سطح الماء ، والهواء الحر اللازم لذلك هو حوالى ١٤ م^{3} لكل حوالى ٤٠٠٠ م^{3} من مياه المجارى — وقد وجد أن إضافة حوالى ٥ر١ جزء / المليون من الكلور يساعد أيضاً على سرعة إزالة هذه المواد العضوية .

وفى المدن الصناعية حيث تكثر الشحوم بالمخلفات السائلة يمكن استخلاصها وإعادة استعمالها فى صناعة الصابون والشمع وزيوت التشحيم وخلافه .

وأنواع الشحوم بمياه المجارى هى :

١ — الشحوم النباتية والحيوانية كالمسلى وزيوت الطعام المختلفة .

٢ — شحوم شمعية الشكل كاللانولين الموجود بالمواد الصوفية .

٣ — زيوت غير عضوية وغير قابلة للذوبان كالبرافين والكيروسين .

الباب التاسع

أحواض الترسيب

الغرض من أحواض الترسيب هو التخلص من المواد العضوية العالقة بمياه المجارى بفعل الجاذبية الأرضية فتسقط بتأثير ثقلها إلى قاع الحوض حيث تتجمع ويتخلص منها ولذا سميت بعملية الترسيب العادية أو الترسيب الميكانيكى ولما كانت المواد العضوية خفيفة الكثافة النوعية لذا فهى تحتاج إلى سرعة بطيئة بالحوض وطول مناسب له لإعطائها الفرصة للرسوب ، فكلما قلت سرعة المياه وطالت مدة بقائها بالحوض كلما حصلنا على نسبة عالية من الترسيب .

وللحصول على نسبة عالية للترسيب استعملت طريقة ملء وتفريغ الحوض ويتم ذلك بملء الحوض بمياه المجارى الواردة إليه ثم يترك دون حركة المدة اللازمة لترسيب النسبة المطلوبة من المواد العالقة ، ثم تسحب المواد الراسبة ، وبعد ذلك يفرغ الحوض مما به من مياه ، ويعاد ملئه ثانية وتتكرر العملية وهكذا - وبذا نحصل على سرعة صفر للمياه بالحوض ومدة البقاء المقررة - إلا أنه لكثرة تكاليف إنشاء هذه العملية ولارتفاع تكاليف تشغيلها ولضياع الوقت فى الملء والتفريغ أصبحت هذه الطريقة غير مستخدمة حاليا .

ويستحسن قبل الاسترسال فى شرح أحواض الترسيب أن نوضح التعريفات الآتية :

الخبث :

هو المواد الطافية بالحوض والغير قابلة للرسوب وغالبيتها من الزيوت والشحوم وهى ذات منظر ورائحة كريهتين ، وبتراكمها على السطح تحجز الهواء والضوء من التخلل بمياه المجارى بالحوض .

الحمأة السائلة :

هى المواد المشبعة بالمياه والراسبة بقاع الحوض وكمية الحمأة السائلة تقدر بما لا يزيد عن ١ ٪ من كمية مياه المجارى الداخلة للحوض .

مدة البقاء النظرية أو مدة المكث النظرية :

هى المدة النظرية المفروض أن تمكثها نقطة مياه بالحوض ، وبمعنى آخر هى المدة التى تلزم لنقطة المياه أن تقطع فيها المسافة بين مدخل الحوض ومخرجه بالسرعة النظرية .

السرعة النظرية :

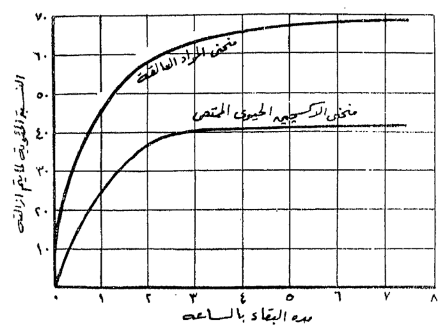
هى السرعة للمياه بالحوض على أساس قسمة $\frac{\text{التصرف / الثانية}}{\text{قطاع الحوض}}$ = السرعة/ثانية

مدة البقاء الفعلية :

هى المدة الفعلية التى تقطع فيها نقطة المياه المسافة بين مدخل الحوض ومخرجه.

وقد استخدمت عدة أنواع من أحواض الترسيب (خلاف طريقة الملء والتفريغ) يستمر فيها جريان الماء بالحوض وروعى فى تصميمها أن تكون سرعة المياه بها بطيئة ومدة بقائها بها كافية بحيث يسمحان بترسيب غالبية المواد العالقة بمياه المجارى - وصممت بادىء الأمر بسعة تسمح بمدة بقاء نظرية ٢٤ ساعة أنقصت تدريجيا حتى أصبحت فى بعض الحالات ساعة واحدة ، ويرجع السبب فى ذلك إلى أن كثيراً من المواد العالقة ترسب فى الساعة الأولى وغالبيتها ترسب فى الثلاث ساعات الأول من بدء عملية الترسيب وبعد ذلك تقل كمية الراسب منها كثيرا بما لا يتناسب مع زيادة سعة الأحواض وبالتبعية زيادة تكاليف إنشائها . هذا علاوة على أن بقاء مياه المجارى مدة طويلة بهذه الأحواض بعيدة عن الشمس والهواء (اللهم إلا الطبقة السطحية

من الحوض أن لم تكن مغطاة بالخبث) يزيد فى درجة تعفنها وتعقيدها مما يزيد فى تكاليف معالجتها فى الخطوات التى تلى عملية الترسيب هذا بالإضافة إلى ما ينبعث منها من رائحة كريهة للغاية والشكل رقم (٨١) رسم بيانى يوضح العلاقة بين مدة البقاء والنسبة المئوية لترسيب المواد العالقة بأحواض الترسيب.



رسم بيانى لما يتم ازالته تقريباً بأحواض الترسيب فى مدد البقاء المختلفة

شكل رقم (٨١)

وأحواض الترسيب على عدة أنواع ويتوقف اختيار أياً منها على عوامل عدة منها حجم التصرف المراد معالجته وطبوغرافية موقع أعمال المعالجة ونوع تربته مع مراعاة الناحيتين الفنية والاقتصادية .

وتنقسم غالبية أنواع أحواض الترسيب إلى النوعيات الآتية :

١ — اتجاه سير المياه : رأسى — أفقى — دائرى

٢ — شكل الحوض : مستطيل — مربع — دائرى

٣ — طريقة سحب الحمأة : يدوى — ميكانيكى — بضغط المياه .

٤ — مناسيب قاع الحوض : أفقى — بميل بسيط — هرمى شديد الميل .

الاشتراطات الواجب توفرها فى تصميم أحواض الترسيب :

يراعى فى تصميم أحواض الترسيب أن تستوفى الاشتراطات الآتية :

١ — أن تكون السرعة بها بطيئة فى حدود تسمح للمواد العالقة بالرسوب

٢ — أن تكون مدة البقاء الفعلية كافية لرسوب المواد العالقة إلى قاع الحوض قبل وصولها لمخرجه مع مراعاة ألا تكون مدة البقاء سببا فى زيادة نسبة تعفن مياه المجارى بالحوض زيادة كبيرة .

٣ — أن تكون مدة البقاء الفعلية أقرب إلى مدة البقاء النظرية اللازمة .

٤ — ألا يسمح للخبث الطافى بالخروج مع السيب الخارج من الحوض .

٥ — عدم السماح بحركة بقاع الحوض تثير ما يرسب به .

٦ — أن يختار نوع الحوض مناسبا لتربة الموقع وظروفه ونوع وكمية مياه المجارى المطلوب معالجتها بحيث تكون أقل الأنواع فى تكلفة إنشائها وتشغيلها وصيانتها مع الحصول على نسبة الترسيب المطلوبة .

لذا فكل الجهود موجهة إلى توفير هذه المميزات بأحواض الترسيب للحصول على حوض الترسيب المثالى .

ومن أكثر أنواع أحواض الترسيب استخداما هى الأحواض المستطيلة المسماة بأحواض ليبزج والأحواض الدائرية المسماة دور تمند .

الأحواض المستطيلة :

وكانت تنشأ بعمق حوالى ٥ متر وبطول يتراوح بين ثلاثة إلى أربعة أمثال العرض ومدة بقاء ٢٤ ساعة خفضت إلى ١٢ ساعة ثم إلى أربع ساعات وحاليا تصمم على مدة بقاء تتراوح بين ساعة وثلاث ساعات .

وقد لوحظ أن المياه بهذه الأحواض لا تسير بكامل قطاع الحوض بل تسير فى حيز ضيق منه إما بأعلاه إن كانت درجة حرارة مياه المجارى الداخلة

إليه أعلا من درجة حرارة المياه الموجودة بداخله ، وإما بأسفله إن كانت درجة حرارة المياه الداخلة أقل منها للمياه بالحوض فتثير بذلك ما تم ترسيبه من مواد بقاع الحوض ، وأصغر القطاع الذى تسير به المياه فالسرعة الفعلية بالحوض تزيد كثيراً عن السرعة التصميمية (النظرية) وبالتبعية فمدة البقاء أقل بكثير من المدة اللازمة وتكون النتيجة قلة الترسيب وضعف كفاءة الحوض ، كما لوحظ خروج المواد الطافية مع السيب الخارج .

ولما كان الحيز الذى تسير به المياه بالحوض صغير بالنسبة إلى عمقه فقد رأى المصممون توفيرا للتكاليف أن يكتفى بعمق بسيط وتغالوا وصمموا الحوض بعمق حوالى متر وزادوا من عرضه لتقليل السرعة وصمم طول الحوض بما يسمح بالحصول على مدة البقاء اللازمة ظنا منهم أن هذه الطريقة تعطى سرعة بطيئة ومدة البقاء اللازمة وكفاءة عالية ، إلا أن هذه الطريقة أعطت نتيجة عكسية لما كان منتظرا إذ انخفضت كفاءة الحوض على الترسيب واتضح أن هذا العمق البسيط يسبب إثارة دائمة لما قد يرسب بقاع الحوض من مواد ، لذا بعد عدة تجارب وجد أنه يجب ألا يقل عمق الحوض عن ٢٫٥ متر وألا يزيد عن حوالى ٣٫٠ متر .

كما وجد أن إنشاء حاجزين بطول عرض الحوض أحدهما قريب من المدخل والآخر قريب من المخرج وكل منهما ساقط تحت سطح منسوب المياه به بحوالى ٥٠ سم يزيد من كفاءته ، فحاجز المدخل يوقف اندفاع سرعة المياه الداخلة للحوض ويلزمها بالاتجاه نحو أسفله مما يساعد عملية الترسيب ، وحاجز المخرج ، يحجز المواد الطافية من الخروج مع السيب الخارج .

ولقد تحسنت بذلك كفاءة أحواض الترسيب إلا أنه استمر وجود عمق بالحوض غير مستفاد به علاوة على ما تثيره المياه الداخلة ذات درجة الحرارة الأقل عن المياه بالحوض للمواد الراسبة بقاعة والشكل رقم (٨٢) يوضح خط سير المياه بحوض ترسيب مستطيل مزود بحاجزى المدخل والمخرج .

وقد استمرت الأبحاث للحصول على مدة بقاء فعلية تقارب مدة البقاء النظرية فاستعين بعدد من الحواجز بالحوض منها ما هو موضح بالشكل رقم (٨٣) وقد أفادت فى إطالة مدة البقاء إلا أنها أثارت المواد الراسبة وإعاقة عملية تنظيف قاع الحوض سواء يدويا أو ميكانيكيا .

وفى سنة ١٩٣٩ تقدم المؤلف ببحث أجراه بجامعة لندن لتحسين كفاءة هذه الأحواض واستنبط معادلة بموجبها تصمم مدة البقاء النظرية حتى تساوى متوسط مدة البقاء الفعلية للمياه بالحوض واعتمد البحث ويتلخص فى الآتى :

١ — إنشاء حاجز (ا) عند مدخل الحوض

٢ — إنشاء حاجز (ب) ذو فتحات بالقرب من مخرج الحوض

٣ — إنشاء حاجز مسمط (جـ) بتوسط المسافة بين مخرج الحوض والحاجز ذو الفتحات .

وموضح بالشكل رقم (٨٤) مكان الحواجز بالحوض وأبعادها .

فعند دخول مياه المجارى الحوض يصد الحاجز (ا) اندفاعها ويحد من سرعتها ويجبرها إلى الاتجاه نحو أسفل الحوض . فإن كانت درجة حرارة المياه الداخلة أعلا من درجة المياه بالحوض اتجهت المياه الداخلة نحو السطح وخرجت من الفتحة (د) ولعدم كفاية سعتها لتمرير التصرف تضطر المياه إلى النزول لمنسوب الفتحة (هـ) للخروج منها كما تضطر لنفس السبب إلى النزول لمنسوب الفتحة (و) للخروج منها أيضاً .

وفى حالة ما تكون المياه الداخلة أقل من درجة حرارة المياه بالحوض خرجت من الفتحة (و) ولعدم كفاية سعتها للتصرف ارتفعت المياه وخرجت من الفتحتين (هـ ، د) تاركة قاع الحوض دون أى إثارة .

وقد تمت التجربة باستخدام حوض تجريبى جانبه الأمامى من الزجاج ملىء عند بداية كل تجربة بمياه عادية بيضاء ثم سمح لتصرف ثابت المقدار من مياه ملونة بالمرور بالحوض فأمكن بوضوح وفى كل التجارب من مشاهدة حركة المياه وأمكن إثبات انتشارها بالحوض وسرعتها فى مختلف طبقات أعماقه — واتضح أن جميع المياه بالحوض بعد فترة قد تلونت ما عدا الجزء الأسفل منه وبعمق (ع) والجزء العلوى من سطحه وبعمق (ف) فقد ظلا طوال الوقت ناصعى البياض ويفصل كل منهما عن الماء الملون خط مستقيم محدد الوضوح مما يجزم بأن هذه الأجزاء من الحوض معدومة الحركة — كما اتضح أن المياه الملونة خرجت بكميات قليلة من الحوض فى مدة أقل من مدة البقاء المطلوبة وأن متوسط مدة خروج التصرف مساوية لثلثى المدة اللازمة لملء الحوض، وبذا فمدة البقاء الفعلية للمياه بهذا الحوض تساوى المدة اللازمة لملء ثلثى سعته بالتصرف الوارد إليه — فإذا أريد تصميم حوض مدة البقاء به ساعة صممت سعته لاستقبال تصرف ساعة ونصف وبالمثل لو كانت مدة البقاء المطلوبة ساعتين صممت سعته لاستقبال تصرف ثلاث ساعات .

وبتصميم الحوض بهذا الشكل أمكن الحصول على حوض الترسيب المثالى إذ يحقق :

١ — الحد من سرعة اندفاع المياه الداخلة للحوض وتوجيهها لاسفل وهو ما يساعد على الترسيب .

٢ — عدم خروج الخبث الطافى مع السيب الخارج بواسطة الحاجز (ج) .

٣ — الحصول على منطقة معدومة الحركة بقاع الحوض (مهما اختلفت درجة حرارة المياه الداخلة عن درجة حرارة المياه بالحوض) وهو المطلوب لمنطقة الرواسب لعدم إثارتها .

٤ — الحصول على منطقة معدومة الحركة بسطح الحوض وهو الأمر المطلوب لتجميع الخبث الطافى وعدم إثارته وعدم خروجه مع السيب الخارج.

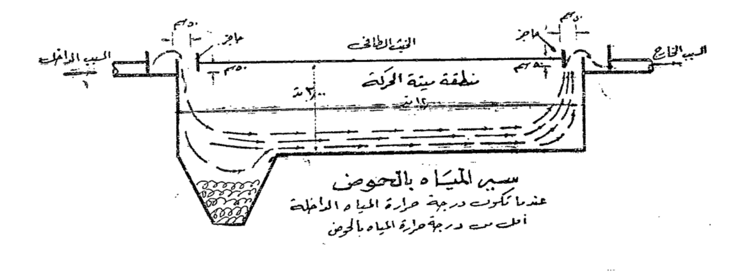
٥ — فى حالة ما تكون درجة حرارة المياه الداخلة أعلا من درجة حرارة المياه بالحوض وجد أن سرعة المياه بالطبقة العليا منه أكبر من الطبقة التى تليها فى العمق وهذه تزيد سرعتها عن الطبقة التالية لها وهكذا حتى نصل إلى الطبقة معدومة الحركة — وهذا هو المطلوب إذ أن أعلا طبقة بالحوض تتخلص مما بها فقط من مواد عالقة بينما الطبقة التى تليها تتخلص مما بها من مواد عالقة وما أكتسبته من مواد الطبقة التى تعلوها وهكذا مما يستدعى وجوب انخفاض السرعة كلما اتجهنا إلى قاع الحوض للحصول على كفاءة ترسيب عالية وهو ما تم الحصول عليه .

وفى حالة اتجاه المياه الداخلة لأسفل الحوض بسبب انخفاض درجة حرارتها عن المياه به — ترتفع المياه إلى الفتحات العليا بالحاجز (ا) متخلصة مما بها من رواسب وغير قادرة على رفعها معها .

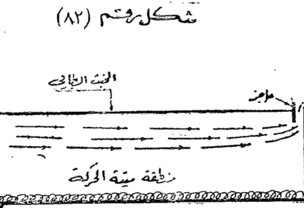
وقد اتضح ارتفاع كفاءة هذا الحوض على ترسيب المواد العالقة كما لوحظ كثرة وجود الرواسب قرب مدخل الحوض وأن كميتها تقل كلما اتجهنا نحو المخرج .

وهذا الحوض بهذه الحواجز لا يعوق عملية إزالة الحمأة من قاعة سواء يدويا أو ميكانيكيا .

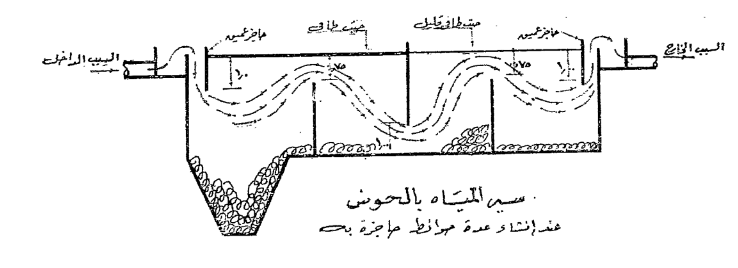
وقد أجرت إحدى الشركات بالمانيا الغربية بحثا حديثا تفيد أنها توصلت به إلى مدخل لأحواض الترسيب المستطيلة وكذا للأحواض الدائرية يسمى مدخل « ستنجل » ويعمل على توزيع التصرف توزيعا منتظما داخل الحوض ويعطى كل من السرعة ومدة البقاء الفعلية مساوية تقريباً لمثيلاتها التصميمية والشكل رقم (٨٥) يوضح حوض ترسيب مزود بمدخل ستنجيل وسير المياه به .



شكل رقم (٨٢)

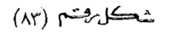


شكل رقم (٨٢)

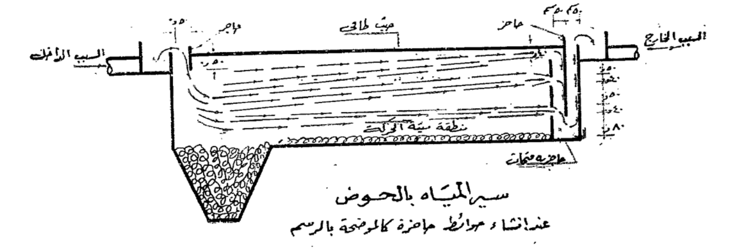


سير المياه بالحوض

عند إنشاء عدة حوائط حاجزة بـ



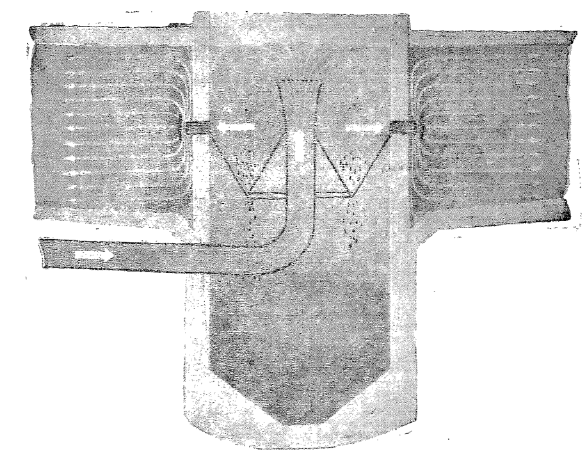
شكل رقم (٨٣)



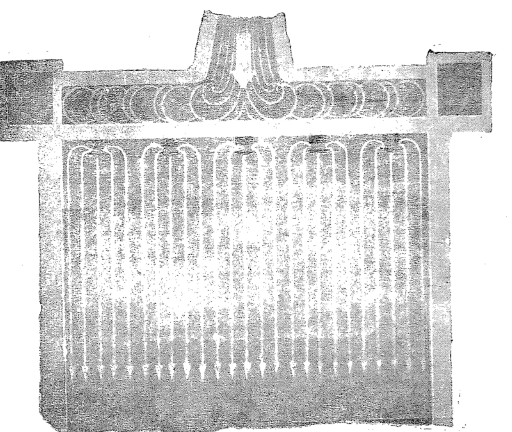
سير المياه بالحوض

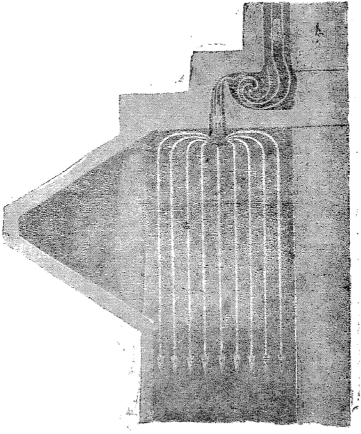
عند إنشاء حوائط حاجزة كالموضحة بالرسم

شكل رقم (٨٤)



شكل رقم (٨٥) مدخل استنجيل لحوض ترسيب مستدير





شكل رقم (٨٥) مدخل استنجيل لحوض ترسيب مستطيل

ويجب أن ينشأ أكثر من حوض ترسيب بالعمليات الكبرى لمقابلة التصرف الوارد وعدم الاعتماد على حوض واحد لمرونة التشغيل ولإمكان تفريغ أحدها لتنظيفه أو إصلاحه أو لأى سبب آخر دون أن يحدث تأثير كبير على كفاءة عملية الترسيب ، أما إن كان التصرف ضئيلا فلا مفر من الاكتفاء بحوض واحد . ويجب تجنب إنشاء الأحواض كبيرة المسطح لتجنب فعل التيارات الهوائية بالأحواض .

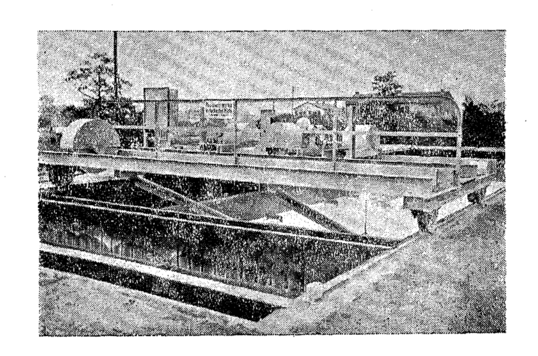
وتنظف الحمأة يدويا وغالبا ما تنظف ميكانيكيا بواسطة زحافة تدار بقوى كهربائية بسيطة حوالى ٢ حصان وتسير على قضبان ويمكن استعمال زحافة واحدة لعدة أحواض متجاورة ، وللزحافة مشطان الأسفل لتنظيف قاع الأحواض من الحمأة والآخر علوى لتجميع الخبث من السطح.

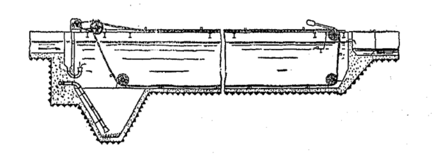
وقد يجمع كل من الخبث والحمأة منفردا ويعالج كل منهما على حدة ، وقد يجمعا سويا فى مجرى واحدة ويرفعا وينقلا بعد ذلك إما إلى أحواض تخمير الحمأة أو أحواض التجفيف (سواء بالانحدار الطبيعى أو بالرفع) للمعالجة .

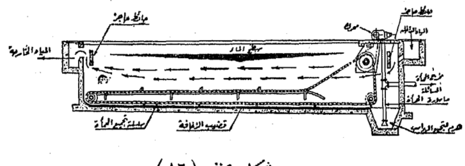
وموضح بالشكل رقم (٨٦) ثلاثة أنواع من الزحافات لحوض مستطيل .

ويجب ألا تقل كفاءة حوض الترسيب عن حجز حوالى ٧٠ ٪ من المواد العالقة وأن تزيل حوالى ٣٥ ٪ من حمل الاكسجين الحيوى الممتص فى خمسة أيام .

وتبنى الأحواض من الخرسانة المسلحة وتبيض بمونة الأسمنت البورتلاندى ويستحسن بياض نصف متر أعلا وآخر أسفل سطح الماء بالحوض بالأسمنت الفوندى لمقاومته (إلى حد كبير) للتآكل الذى يحدث من تفاعل مياه المجارى مع المواد السمنتية العادية.



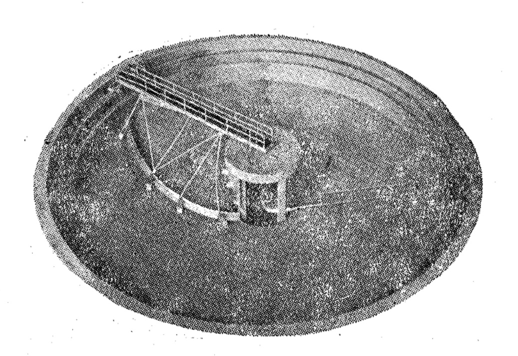



حائط حاجز
المياه الخارجة
سطح الماء
حائط حاجز
ماسورة الحمأة
هرم لتجميع الرواسب
سلسلة تجميع الحمأة

شكل رقم (٨٦)

الأحواض الدائرية : (دروتمند)

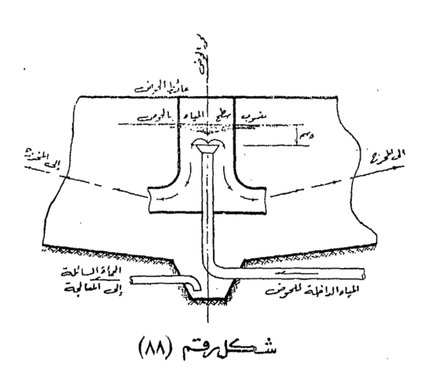
أصبحت الأحواض الدائرية شائعة الاستعمال لترسيب مياه المجارى خصوصا الأحواض الكبيرة — وذلك لصغر سمك حوائطها وقلة كمية التسليح اللازم لها ورخص تكاليف زحافاتها عن مثيلاتها اللازمة للأحواض المستطيلة إلا أن الشدة اللازمة لحوائطها أكثر كلفة كما أن لكبر عمقها فتنفيذها خصوصا بالتربة المشبعة بمياه الرشح أكثر صعوبة عن مثيلاتها للأحواض المستطيلة — ولما كان كل منهما يفى بالغرض اللازم للمعالجة لذا فاختيار أيهما للتنفيذ يتوقف على النواحى الاقتصادية التى تمليها ظروف كل حالة . والشكل رقم (٨٧) يوضح حوض دائرى .



حوض دائرى موضح به الزحافة

شكل رقم (٨٧)

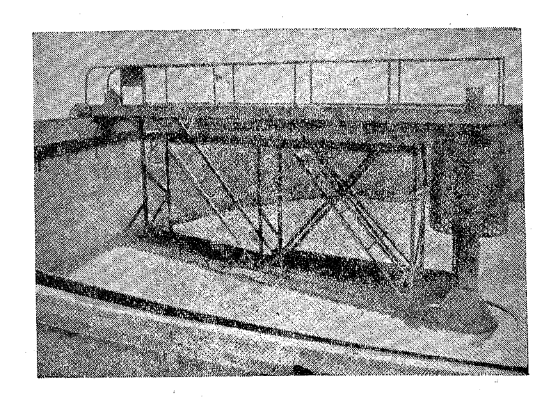
وتدخل المياه هـــذه الأحواض بماسورة تنتهى فتحتها فى محور الحوض وبمنسوب تحت سطح المـاء به بحوالى ٥٠ سم وتصب داخل اسطوانة رأسية لتوجيه المـاء إلى أسفل لمساعدة عملية الترسيب وزيادة مدة البقاء للمياه بالحوض وأمام الأسطوانة وعلى بعد من مخرجها يثبت بها لوح من الحديد وذلك للحد من اندفاع المياه وحماية الرواسب بقاع الحوض من الإثارة شكل رقم (٨٨)، وقد تستعمل إسطوانة مخرمة لتوزيع التصرف بالحوض كما هو موضح بالشكل رقم (٨٩)، وتتجه المياه إلى هدار بأعلا منسوب المياه بالحوض وبطول محيطه تسقط منه المياه إلى مجرى المخرج ومنها إلى مكان التخلص أو إلى وحدات المعالجة الأخرى .



شكل رقم (٨٨)

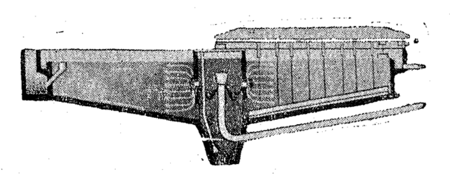
والحمأة المتجمعة بالقاع تنزلق على ميوله الحادة بواسطة زحافة وسط الحوض وترفع الحمأة منه بضغط المـاء ثم تنقل بالانحدار الطبيعى أو الرفع إلى أحواض تخمير الحمأة أو إلى أحواض تجفيفها رأساً .

وقد استعمل مدخل ستنجيل وهو عبارة عن غرفة للتوزيع تنشأ بمنتصف



شكل رقم (٨٩)

الحوض وبمنتصفها وبكامل محيطها فتحة مثبت أمامها حاجز كما هو موضح بالشكل رقم (٩٠) وتفيد الشركة أن هذه الطريقة توزع المياه بالحوض توزيعا عادلا



شكل رقم (٩٠)

إذ يعمل الحوض بكامل قطاعه وبذا تصبح سرعة المياه ومدة المكث به مطابقتين لنظائرهما التصميمية .

ويبيض الحوض بالأسمنت البورتلاندى ويستحسن أن يبيض بالأسمنت الفوندى لنصف متر أعلا وآخر أسفل مسطح الماء بالحوض للأسباب التى أوردناها بخصوص بياض الأحواض المستطيلة بهذا الأسمنت .

والزحافة المستخدمة فى هذه الأحواض بسيطة التركيب وموضحة بالشكل رقم (٨٧) وهى عبارة عن كوبرى بطول نصف قطر الحوض يتحرك على حائطه بواسطة عجل من الكاوتشوك ، ومركب بالكوبرى زحافة ذات سلاحين أحدهما لتجميع الحمأة من القاع والثانى لكشط الخبث الطافى من السطح ، ويحرك الزحافة قوى بسيطة من الكهرباء وتسير بسرعة تتراوح بين ١٫٢٥ ، ٣ متر / الدقيقة .

ملاحظات عامة لتصميم أحواض الترسيب المستطيلة والدائرية :

١ — مدة البقاء تتراوح بين ساعة وثلاث ساعات — وتستخدم مدة البقاء الطويلة إن لم توجد وحدات معالجة لاحقة لحوض الترسيب الابتدائى والاحتياج إلى كفاءة عالية لحوض الترسيب — ويجب مراعاة عدم السماح بالمناطق ذات الجو الحار بمدة بقاء طويلة لما تسببه الحرارة المرتفعة من زيادة سرعة تعفن المياه .

٢ — يجب ألا يزيد العمق عن ٣ متر بخلاف العمق اللازم لتجميع الحمأة ، والأحواض التى تنظف ميكانيكيا يجب أن تكون أقل عمقا على ألا يقل عمقها عن ٢٫٢٥ متر ، وأحواض الترسيب النهائية يجب ألا يقل عمقها عن ٢٫٥ متر .

٣ — السرعة : وهى تتراوح بين ٢٥ سم ، ٧٥ سم / الدقيقة وقد سمح بسرعة ١٫٥ متر / الدقيقة فى بعض الأحواض الكبيرة كما سمح بسرعات أكبر من ذلك إلا أنه لاينصح بها . ومعدل التحميل السطحى حوالى ٣٧ متر مكعب للمتر المسطح / اليوم .

٤ — أبعاد الحوض : يجب ألا يزيد طول الحوض المستطيل عن ثلاث أو أربع مرات عرضه وقد يزيد لخمسة أمثال على الأكثر ، وألا يزيد قطر الأحواض المستديرة عن حوالى ٣٥ متراً ويجب عدم استعمال الأحواض ذات المسطحات الكبيرة جدا لعدم خلق تيارات بها بفعل الرياح ، فرياح سرعتها ٣٠ كيلو/الساعة يمكن أن تسبب سرعة سطحية بالحوض بين ٥ إلى ٣٠ سم/ثانية ، وهذه السرعة تسبب اختلالا فى توازن سير المياه بالحوض وتقلل من كفاءته . ويجب أن تكون النسبة بين العمق والطول بحيث يتم وصول أصغر مادة عالقة لقاع الحوض قبل وصولها لمخرجه .

وأن مداخل ومخارج الأحواض لها تأثير كبير جدا وفعال على كفاءة أحواض الترسيب ويجب ألا ترتفع مناسيب المخرج عن المدخل .

وتستخدم الهدارات — سواء الثابتة أو المتحركة — ومن أهم ما يجب أن يعتنى به هو إنشاء هدار المدخل بكامل طوله على منسوب واحد دون السماح بأى فرق ولو كان طفيفاً وهو ما يجب إتباعه بدقة أيضاً فى إنشاء هدار المخرج أياً كان نوعه . فأى فرق فى منسوب الهدار يجعل المياه الداخلة أو الخارجة (من أجزاء طول الحوض المختلفة) غير متساوية فتختل بذلك مدة البقاء وسرعة المياه بالحوض فبينما هى سريعة نحو الأجزاء منخفضة المنسوب بالهدار فهى بطيئة أو منعدمة بالأجزاء المرتفعة منه وبذا ينشأ بالحوض أجزاء سريعة الحركة وأخرى بطيئتها أو ساكنة تماما تركد بها المياه وتتعفن .

وإن اختلال مدة بقاء المياه بالحوض وزيادة سرعتها فى بعض أجزائه وبطئها وركودها فى بعض أجزاء أخرى منه يمنع الانتفاع من المناطق الراكدة ويعمل على تعفن المياه بها ويهبط كثيراً بكفاءة الحوض ، وما كان أغنانا عن هذا كله لو روعيت الدقه فى إنشاء الهدار بكامل طوله على منسوب واحد .

ويستحسن استعمال الهدارات المتحركة إذ يسهل ضبط أى خلل فى إنشائها على منسوب واحد بسهولة عن ضبط الخلل بالهدارات الثابتة .

وهناك أحواض قل أو انعدم استعمالها حاليا نذكر منها الآتى :

أحواض إمهوف :

وهى تستخدم فى الحالات الآتية :

١ — فى أعمال معالجة مياه مجارى مدينة صغيرة محدودة التصرف .

٢ — لترسيب المخلفات السائلة للمبانى المنعزلة — عندما تزيد كمية تصرفها عن الحد الذى يتناسب مع استخدام خزانات التحليل أو عندما تكون المساحة المخصصة لعملية الترسيب صغيرة ومحدودة .

ويتكون حوض إمهوف من جزئين رئيسيين الأول للترسيب والثانى للحمأة.

وفى حالة استخدامه المبانى المنعزلة فالأصل فيه أن يكون مسقوفا وإنما يجوز أن يكون مكشوفا وفى هذه الحالة يجب أن ينشأ فى مكان مكشوف وأن تكون مناسيب أعلا مبانيه مرتفعة عن مستوى سطح الأرض بحيث لا يترتب عن وجوده أى أخطار صحية أو حوادث .

وسقف الحوض يجب أن يكون به فتحة تفتيش مقاس ٦٠ × ٦٠ سم فإن كان الحوض كبير السعة وجب أن يكون به فتحتين ويجب أخذ كافة الاحتياطات لمنع أى أضرار أو أخطار تنجم عن تصاعد الغازات منه .

ويراعى فى تصميمه سواء للمبانى المنعزلة أو لعمليات المعالجة الصغيرة الآتى:

(أ) حيز الترسيب :

• يصمم على أساس مدة بقاء تتراوح بين ساعتين وثلاث ساعات محسوبة لأقصى تصرف جاف .

• ألا تزيد السرعة الأفقية على ٢٠ سم/الدقيقة محسوبة لأقصى تصرف جاف .

• ألا يزيد معدل التصرف للسطح الأفقى للحوض على متر مكعب واحد/الساعة لكل متر مربع محسوب لأقصى تصرف جاف .

(ب) حيز الحمأة :

• يحدد الحيز على أساس تخصيص متر مكعب لكل عشرة أشخاص ، ويحسب مكعب هذا الحيز لحجم الحوض الذى يقع أسفل فتحة الترسيب بمسافة ٤٥ سم.

• تنشأ ميول جوانب حيز الحمأة ١ : ١ على الأقل .

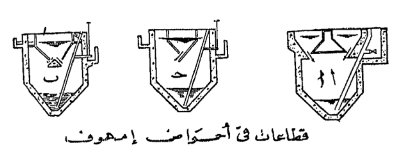
• لا تقل مساحة مخارج الغازات عن ٢٠ ٪ من المساحة السطحية للحوض .

• لا يقل قطر مواسير سحب الحمأة عن ٢٠ سم إن تم السحب بتأثير ضغط عمود المياه بالحوض ، ولا يقل عن ١٥ سم إذا تم السحب بالرفع الآلى .

والشكل رقم (٩١) يوضح عدة أنواع لحوض إمهوف وهو نادر الاستخدام حاليا فى معالجة مياه المجارى العمومية ، ويرجع السبب فى ذلك إلى الآتى :

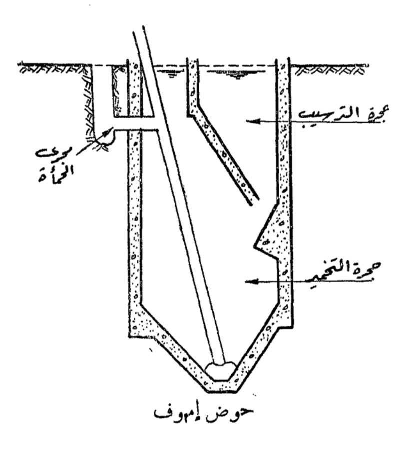
١ — كبر عمق الحوض ، مما يرفع تكاليف إنشائه وصعوبة تنفيذه .

٢ — إنزلاق الحمأة من غرف الترسيب العلوية إلى غرف التخمير السفلية يصحبه ارتفاع مياه متعفنة من أسفل لتحل محل الحمأة بالغرفة العلوية ، وبذا تتعرض المياه الواردة لزيادة التعفن .



قطاعات فى أحواض إمهوف

شكل رقم (٩١)



تابع شكل رقم (٩١)

ولذا فقد تجنب استخدام هذه الطريقة المزدوجة للترسيب وتخمير الحماة وأنشئت الأحواض المنفصلة لكل .

أحواض ترافيس :

وهى لا تختلف فى نظريتها عن أحواض إمهوف ، إلا أنها أكبر منها حجما وتسير بها المياه أفقيا ـ وهى عبارة عن أحواض مستطيلة بأسفلها أحواض لتخمير الحمأة وقد استبعد استخدامها فى العمليات الجديدة .

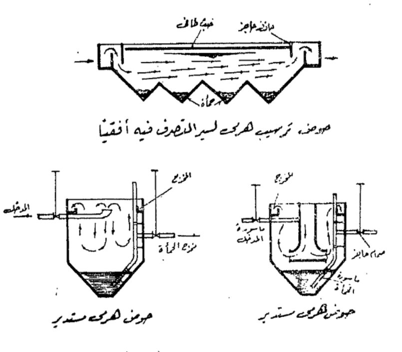
أحواض رأسية هرمية :

وهى إما مربعة أو مستديرة المسقط الأفقى ، وتدخل المخلفات السائلة إلى

الحوض فى ماسورة أفقية على منسوب قريب من سطح الماء بالحوض وتصب فى أسطوانة رأسية فتحتها السفلى على عمق من سطح الماء حوالى ثلث ارتفاع الحوض وتتجه منها المياه لأعلا إلى هدار دائرى بطول محيط الحوض إن كان دائريا ، فإن كان الحوض مربعا فان هدار المخرج يكون عبارة عن قنوات متوازية بعرض الحوض تصب جميعها فى قناة جانبية وتسحب الرواسب المتراكمة فى القاع الهرمى بتأثير ضغط الماء فى ماسورة مركب عليها صمام .

وهناك نوع من أحواض الترسيب الهرمى القاع يسير فيها التصرف أفقيا والشكل رقم (٩٢) موضح به أنواع مختلفة للأحواض الهرمية .

والأحواض الهرمية الرأسية مثالية لمعالجة التصرفات الصغيرة وخصوصا المنشأة منها بتربة جافة وأرض منحدرة فتقل مكعبات الحفر اللازمة لإنشائها ولا توجد صعوبة فى تنفيذها .

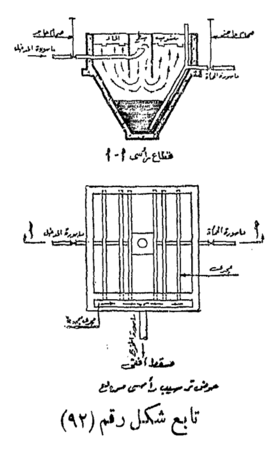


حوض ترسيب هرمى لسير التصرف فيه أفقيا

حوض هرمى مستدير

حوض هرمى مستدير

شكل رقم (٩٢)



تابع شكل رقم (٩٢)

الترسيب بمساعدة الكيماويات :

تستعمل المواد الكيماوية للتعجيل بعملية الترسيب إذ بواسطتها تتكون نواة تلتف وتتجمع حولها المواد العالقة فتزيد بذلك كثافتها مما يعجل برسوبها.

ومن الكيماويات الشائعة الاستعمال الجير العادى ، كلورود الجير ، كلورور الماغنسيوم ، كبريتات الألومنيوم ، كبريتات الحديدوز ، الفحم النباتى ، رماد الفحم الأسود — وتمزج مياه المجارى بمخلوط واحد أو أكثر من هذه الكيماويات المذكورة - ويتوقف اختيار المرسب المناسب على ما يتم إجرائه من تجارب على مياه المجارى المراد معالجتها ، وغالبا ما تخلط المرسبات بالماء قبل مزجها بمياه المجارى - ويمكن بهذه الطريقة من المعالجة تخفيض الأوكسجين الحيوى الممتص ٧٠ إلى ٨٠ ٪ والتخلص من حوالى ٨٠ إلى ٩٠ ٪ من مجموع المواد الصلبة العالقة .

ولقد شاع استخدام الكيماويات لتعجيل عملية الترسيب فى انجلترا فى المدة من ١٨٨٠ إلى ١٨٩٠ واستخدمت فى عدة مدن بالولايات المتحدة الأمريكية إلا أن ارتفاع تكاليفها وزيادة كمية الحمأة حد من استخدامها ، وقد زاد الإقبال عليها ثانية فى الولايات المتحدة الأمريكية منذ سنة ١٩٣٠ بسبب انخفاض سعر الكيماويات .

ومن مزايا استعمال المرسبات الكيمائية إمكان استعمالها حسب الحاجة والرغبة ، وبأى نسبة لازمة كما يمكن إيقاف استخدامها كلية دون أى حاجة لأى تعديل ما للاحواض .

واستخدام الكيماويات يعطى درجة من المعالجة هى وسط بين المعالجة الجزئية والمعالجة الكلية .

ويخلط محلول الكيماويات المرسبة مع مياه المجارى فى حوض مدة البقاء به تتراوح بين ١٥ إلى ٣٠ دقيقة ومنها لأحواض الترسيب .

وغالب استخدام الكيماويات حاليا هو للمساعدة فى عمليات ترسيب بعض مخلفات الصناعة .

يجمع الخبث الطافى ويتخلص منه بإحدى الطرق الآتية :

يجمع مع الحمأة إن كان سيتم التخلص منهما سويا بالاغراق فى البحار أو الحريق أو كانت كمية الشحوم به بسيطة لا تؤثر على القيمة السمادية للحمأة الجافة ولا تؤثر على عملية تخمير الحمأة .

أما إن كانت الشحوم بالخبث بنسبة كبيرة ويخشى من معالجته مع الحمأة بأحواض التخمير كما يخشى من هبوطه بالقيمة السمادية للحمأة الجافة وجب التخلص منه بأحواض تجفيف خاصة به وبعد جفافه إما يحرق أو يدفن بالأرض مع رشه بالجير .

وفيما يلى تحليل لعينة من الخبث الطافى بأحواض الترسيب :

المواد الصلبة	٢١ر٨٪
المواد العضوية على أساس جاف	٨٤ر٦٪
أثير ذائب	٣٠ر٧٪
شحوم نباتية	١٣ر٧٪
شحوم غير عضوية	١٧ر٠٪
صابون غير ذائب	٣٤ر٨٪
جملة الشحوم والصابون	٦٥ر٥٪

التشغيل والصيانة :

تصمم وتنفذ أعمال المجارى بغرض الاستفادة منها على الوجه الأكمل ولا يتأتى ذلك إلا بالتشغيل السليم والصيانة المستمرة ، وإلا أصبحت كأن لم تكن، وأحيانا ما تعطى نتائج عكسية ، لذا يتوقف مدى الاستفادة من مشروعات المجارى العمومية على التشغيل السليم ، وهذا ينطبق على مختلف منشآت الشبكة ووحدات أعمال المعالجة المختلفة ، وأى إهمال فى تشغيل وصيانة أحد أجزاء المرفق ينسحب أثره السىء على باقى وحداته ، لذا يجب العناية بأعمال التشغيل والصيانة وأن يكون المشرفين على المرفق على دراية تامة بمختلف وحداته والغرض من كل وحدة وما تقوم به من عمل تعاونى مع باقى الوحدات .

وإذا ما قصرنا الكلام على أحواض الترسيب فإن عدم تشغيلها التشغيل السليم يترتب عليه نتائج سيئة ليس فقط فى حيز عملها بل يتعداه إلى عمل الوحدات الأخرى التى تليها .

ومن نتائج سوء التشغيل الآتى :

رداءة السيب الخارج ، انتشار الروائح الكريهة ، كثرة توالد الذباب ، صعوبة معالجة الحمأة ، تحميل أحواض التهوية جهد كبير لم تصمم على أساسه فيختل عملها .

ولتشغيل أحواض الترسيب بطريقة سليمة يجب مراعاة الآتى :

١ — توزيع التصرف على الأحواض بما يناسب سعة وكفاءة كل ، ويتم ذلك بضبط هداراتها وفتحات التغذية سواء كانت بلوف أو غيرها . مع مراعاة تذبذبات التصرف .

٢ — أسحب الحمأة وهى من هم العوامل التى يجب مراعاتها فى التشغيل مع عمل برنامج له يلتزم بتنفيذه .

ومن أهم ما يجب مراعاته فى سحب الحمأة الآتى :

١ — يجب أن تكون نسبة المياه بالحمأة أقل ما يمكن حتى لا تزيد تكاليف الرفع برفع كميات من المياه لا داعى لها . بل هناك ضرر من رفعها إذ تزيد الحمل على أحواض التخمير وأحواض التجفيف مما يستدعى زيادة عدد كل ، وبالتبعية زيادة تكاليف الإنشاء والتشغيل والصيانة .

٢ — يجب إزالة الرواسب بمجرد رسوبها حتى لا تتحلل فيخرج منها الروائح الكريهة ولكى لا ينخفض رقمها الأيدروجينى فيصعب معالجتها بأحواض تخمير الحمأة ، ولكن سحبها بمجرد رسوبها أمر ليس من السهل تحقيقه ، لذا يجب سحب الحمأة من كل حوض مرتين فى اليوم على الأقل وتزيد بزيادة حجم الرواسب المتراكمة وقد تنقص بالعمليات الصغيرة فيسمح بصرفها مرة فى اليوم على الأقل .

٣ — التأكد بصفة مستمرة من أن منسوب هدارات المياه الداخلة على منسوب واحد وبالمثل هدارات المياه الخارجة حتى تسير المياه بالحوض سيرا منتظما وحتى لا تتوالد المناطق الميتة بالحوض وما ينتج منها من ضعف لكفاءته ويمكن دراسة سرعة المياه فى الحوض ومدة مكثها به باستعمال الألوان أو محلول من الأملاح .

٤ — يجب كشط الخبث الطافى بصفة مستمرة أو مرتين فى اليوم على الأقل بما يمنع تجمعه وحجبه لسطح الماء بالحوض من التعرض للشمس والهواء . والتخلص منه محملا بأقل كمية من المياه ، والتأكد من عدم خروج أى منه مع السيب الخارج من الحوض .

٥ — يجب المحافظة باستمرار على نظافة الحوائط والممرات الظاهرة للأحواض .

٦ — يجب أن يكون قاع الحوض مستويا لا توجد به أى انخفاضات أو ارتفاعات مهما بسطت إذ أن أى تجويف بالقاع أو عائق به يمنع أسفل الزحافة من الملاصقة التامة لقاعة وإزالة ما به من رواسب .

٧ — يجب أخذ عينات بصفة مستمرة أثناء اليوم سواء للمياه الداخلة أو الخارجة من الحوض وإجراء التحاليل اللازمة لها للتأكد من قيام الحوض بواجبه على الوجه الأكمل .

٨ — تفريغ الأحواض بصفة دورية ـ حوض كل أسبوع على الأقل لتنظيفه تماما وترميمه وإصلاح أى خلل به .

٩ — يجب العناية بكل الأجهزة الميكانيكية والكهربائية والبلوف ومداومة تشحيمها والتأكد من حسن إدارتها وسلامتها مع توفير بالموقع الأدوات الاحتياطية اللازمة لها .

١٠ — صيانة جميع الأعمال الحديدية وترشيمها ودهانها سنويا .

الباب العاشر

معالجة مياه المجارى بالتهوية

أو المعالجة البيولوجية أو المعالجة الثانية أو النهائية

بعد معالجة مياه المجارى بأحواض للترسيب تنقص كمية الاكسجين المتص اللازم لها بحوالى ٤٠ ٪ وذلك نتيجة للتخلص من كثير من المواد العالقة بها — ولكن ما زالت كمية الاكسجين الممتص اللازمة (لأكسدة ما زال عالقا أوذائبا بها من مواد عضوية) كبيرة مما يجعل التخلص منها بالكتل المائية وبالأخص ذات التصرفات الصغيرة خطير على ما بهذه الكتل من حياة ، كما يحولها إلى مجارى مياه آسنة تنشر الروائح الكريهة على ما تمر به من قرى أو مدن . لذا يجب قبل التخلص من مياه المجارى فى هذه المجارى المائية من تحويل هذه المواد العفنة الغير ثابتة المتطايرة إلى مواد ثابتة .

ويتم تثبيت هذه المواد عن طريق البكتيريا الهوائية التى تعتمد فى حياتها على الاكسجين اللازم لحياتها ويمكن أن تحصل عليه من الجو — ويتم ذلك بطريقة أو أخرى بتعريض ذرات مياه المجارى للهواء ولذا سميت بطريقة التهوية وسميت بالطريقة البيولوجية لاعتمادها على البكتريا الهوائية كما سميت بالمعالجة الثانية أو النهائية إذ أنها تلى عملية الترسيب ولازمة لمعالجة مياه المجارى قبل التخلص منها بالكتل المائية صغيرة التصرف .

وتتم المعالجة البيولوجية بإحدى الطرق الآتية :

١ — حقول البكتريا .
٢ — الترشيح الرملى .
٣ — المرشحات العادية أو السريعة .
٤ — تنشيط الحمأة .

وبعد أن تتم المعالجة بأى من الطرق المذكورة تعالج بأحواض الترسيب النهائية .

حقول البكتريا أو أحواض التهوية :

وهى عبارة عن أحواض تملأ بالزلط أو قطع من الأحجار الصلبة أو الكلخ ، بأحجام متدرجة من حوالى ١ سم إلى ١٠ سم وتوضع الأحجام كبيرة الحجم بالقاع للمساعدة على سرعة التصريف ، وكلما كانت الأحجار حادة الأطراف كلما كانت أفضل للغرض ، وعمق الحوض يتراوح بين ١٫٢٠ متر ، ١٫٨٠ مترا وتبنى حوائطه وقاعه من الخرسانة المانعة لتسرب المياه ، ويزود القاع بأى طريقة مناسبة لسرعة تصريف المياه من الحوض كمواسير الفخار الغير ملحومة الرؤوس .

وتستخدم هذه الأحواض بعد عملية الترسيب الابتدائى حتى يكون قد تم حجز الكثير من المواد العالقة وأصبحت الفراغات بين أحجاره فى مأمن من انسدادها ، وأن كل ما يبذل من تكاليف وعناية فى تشغيل أحواض الترسيب على الوجه الأكمل يوفر أكثر منه بعدم الحاجة إلى تسليك وتنظيف الفراغات بين أحجار الحوض .

طريقة تشغيلها :

يملأ الحوض بعدة طرق منها مواسير غير ملحومة الرؤوس توضع على سطح الحوض أو تحت سطحه مباشرة ، وتستخدم فى بعض الحالات مواسير تفريغ الحوض لملئه ، ولا نحصل فى الأيام الأولى لتشغيل الحوض لأول مرة على أى تحسن لمياه المجارى المعالجة به ، إنما يقوم الحوض بعمله على أكمل وجه بعد عدة أسابيع من تشغيله إذ خلال هذه الفترة يتكون حول أحجاره طبقة جيلاتينية تحتوى على كثير من البكتريا وأنواع من النباتات والحيوانات فى أدنى صور الحياة وهى تتغذى على ما يرسب من المواد العالقة

بمياه المجارى على سطوح هذه الأحجار وتقوم بعملية المعالجة — كما أن الهواء بتخلله بين أحجار الحوض أثناء عملية صرف المياه يحفظ العوامل اللازمة للبقاء على حياة البكتريا الهوائية ، وكلما بقى الحوض مدة فارغا من الماء كلما ساعدنا على حفظ هذه العوامل وكثر تكون المواد الآزوتاتية ، ولذا لا يملأ الحوض مباشرة بعد تفريغه بل يترك عدة ساعات قبل إعادة ملئه ولا يجب أن يبقى الحوض ملآن بالمياه لمدة طويلة وإلا ماتت البكتريا الهوائية وساعدنا على وجود البكتريا اللاهوائية وتعفنت المياه وهو عكس المطلوب من عملية هذه الأحواض .

ونوضح فيما يلى المدد بالتقريب اللازمة للملء والتفريغ وترك الحوض فارغا :

العملية	المدة
الملء	٢ ساعة تقريبا
استمرار الحوض ممتلئا	٢ ساعة تقريبا
التفريغ	٢ ساعة تقريبا
ترك الحوض فارغا	٦ ساعات تقريبا

ومن المستحسن عدم تشغيل الحوض بصفة مستمرة بل بقائه فارغا دون تشغيل يوما كل أسبوع أو أسبوعين وقد يعطى الحوض أسبوع راحة كل ستة أو ثمانى أسابيع إذ يساعد ذلك على منع انسداد الفراغات بين الأحجار ويجب مراعاة عدم ترك الحوض فارغا بأى حال عن أسبوعين وإلا جفت الطبقة الجيلاتينية المتكونة حول الأحجار وفقدت قدرتها على أكسدة المواد العضوية بمياه المجارى .

ويتم الملء والتفريغ أما يدويا أو ميكانيكيا ، واستعمال الأيدى العاملة أفضل وأسهل وأضمن لعملية التشغيل إنما تحتاج لأيدى عاملة كثيرة .

وكمية مياه المجارى التى تعالج بهذه الأحواض تتوقف على درجة تركيزها ودرجة المعالجة المطلوبة ونوع الأحجار المستخدمة وأحجامها وعمق الحوض، وقد تستعمل حقول البكتريا على مرحلتين بالتتابع أحواض إبتدائية يليها أحواض ثانوية وفى هذه الحالة يمكن مضاعفة التصرف مع الحصول على نفس درجة المعالجة .

ويمكن إيجاد حجم الأحجار بأحواض البكتريا (الابتدائية) من المعدلات الآتية :

٢ر٠ م٣ ماء مجارى قوى يحتاج إلى م٣ من أحجار الترشيح
٣ر٠ م٣ ماء مجارى متوسط يحتاج إلى م٣ من أحجار الترشيح
٤ر٠ م٣ ماء مجارى ضعيف يحتاج إلى م٣ من أحجار الترشيح

ويتبع هذه العملية أحواض ترسيب نهائية للتخلص من المواد التى أصبحت قابلة للرسوب .

الصيانة :

إن تم تشغيل هذه الأحواض على الوجه الأكمل فلا يلزم نظافة أحجارها إلا مرة كل خمس سنوات وفى أثناء عملية النظافة يوقف المرشح عن العمل ويحول حمله إلى الأحواض الأخرى ولذا يلزم السرعة فى غسيل أحجاره وإعادتها لإمكان سرعة إعادة تشغيل المرشح ، وتنظف الأحجار إما يدويا أو ميكانيكيا .

وبهذه الأحواض يمكن استخلاص ٦٠ إلى ٨٠٪ من المواد العضوية ، ٧٠ إلى ٨٠٪ من المواد العالقة وكانت تستخدم هذه الأحواض فيما قبل سنة ١٩٢٠ وأبطل استعمالها الآن وحل محلها المرشحات أو غيرها من طرق التهوية .

الترشيح الرملى :

وهى عبارة عن أحواض من الرمل بعمق حوالى متر محاطة بجسور ترابية ومزود قاعها بمواسير غير ملحومة الرؤوس لتصريفها .

طريقة تشغيلها :

يغمر سطحها بمياه المجارى السابق ترسيبها بعمق قدره ٧ سم وترشح المياه خلال مسام الرمل إلى مواسير الصرف وبعد تمام صرفها ببضع ساعات أو أيام يعاد غمرها ثانية وهكذا ، ويلزم إنشاء عدة أحواض لتستوعب المياه الواردة وتوزع المياه عليها بواسطة بلوف أو بوابات .

وتتم عملية الترشيح بواسطة العوامل الطبيعية والكيميائية فالرمل يعمل كمصفاة يحجز كمية كبيرة من المواد العالقة ، وسرعان ما يتكون على حبيباته وتغلف أسطحه بطبقة جيلاتينية رفيعة تحتوى على البكتريا الهوائية التى تعمل على أكسدة المواد العضوية بمياه المجارى وتحويل بعضها إلى أزوتيت ثم أزوتات ، ويستحسن أن يتلو هذه العملية أحواض ترسيب نهائية لترسيب المواد التى أصبحت بعد هذه المعالجة قابلة للرسوب .

وتنشر المياه على مرشحات الرمل على فترات متقطعة (ولذا سميت بمرشحات الرمل متقطعة الفترات) . وبذا تعطى الفرصة لحياة وتوالد البكتريا الهوائية .

ويمكن معالجة مياه المجارى بهذه المرشحات الرملية بعد عملية الترسيب الإبتدائية أو بدونها إلا أنه فى الحالة الأخيرة تكون درجة المعالجة منخفضة ويكثر إنسداد مسام الرمل لذا يستحسن أن تسبقها عملية ترسيب إبتدائية وأحيانا مايسبقها ليس فقط أحواض ترسيب إبتدائية بل يسبقها أيضاً أحواض تهوية سواء حقول بكتريا أو مرشحات زلط أو أحواض تنشيط الحمأة وذلك

فى حالة الحاجة إلى درجة عالية من المعالجة ، وكما أسلفنا يليها أحواض ترسيب نهائية .

ودرجة تنقية السيب الخارج من مرشحات الرمل عالية فهو خال تقريباً من جميع المواد القابلة للرسوب ، وإذا ما صمم مرشح رمل وشغل بعناية للحمل المفروض عليه معالجته لحصلنا على سيب درجة نقاوته لاتقل بل تزيد عن عن مثيله المعالج بأحدث أنواع المعالجة ألا وهى أحواض تنشيط الحمأة .

وقد أجريت اختبارات ووجد منها أن مرشحات الرمل تخفض إلى حد كبير كمية الأكسجين الممتص فى خمسة أيام ، وبأحد التجارب كان الأكسجين الحيوى الممتص للمياه الداخلة للمرشح ٣٢٢ جزء / المليون نقص إلى ١٧ جزء/المليون فى السيب الخارج ، كما نقصت به كمية المواد العالقة بمقدار ٩١٫٧ ٪ .

والجو الحار يساعد على زيادة كفاءة هذه الأحواض عن الجو البارد فكمية الأمونيا تقل وكمية الأزوتات تزيد فى فصل الصيف بينما يحدث العكس بنفس الأحواض فى فصل الشتاء .

ويجب مراعاة استواء سطح المرشح وخلوه من الحشائش ، كما يجب زراعة الجسور حتى لا تهب منها الأتربة للمرشح ، كما يجب حماية مداخله بإنشاء المبانى اللازمة .

ويجب ملاحظة نشر مياه المجارى بنسبة واحدة على سطح المرشح وبعمق لا يزيد عن ٧ سم .

ومعدل الترشيح هو ٣٠ فدان عمق ١٫٥ متر رمل لكل ١٥ م^{٣} / الساعة من مياه مجارى أى فدان بعمق ١٫٥ م لكل ١٢م^{٣} / اليوم مياه مجارى — من ذلك يتضح المساحات الشاسعة اللازمة للتصرفات الكبيرة .

وبتشغيل المرشح مدة يتكون على سطحه قشرة غير مسامية نتيجة مايحتجزه

من مواد عالقة فتعيقه عن عمله ويلزم إزالة هذه القشرة عند جفافها ، ويمكن استعمالها فى ردم المواطىء أو تسميد الأراضى — وفيما يلى تحليل لعينة من هذه القشرة :

الرطوبة	١٦٫٢٢ ٪
حامض الفسفوريك	٠٠٫٧٨ ٪
أكسيد البوتاسيوم	٠٠٫٥١ ٪
نتروجين	١٫٤٥ ٪
أكسيد الكلسيوم	٠٫٣٠ ٪
مواد غير ذائبة ورمال . . الخ . .	١٣٫٧٠ ٪

ويجب أن تكون جميع حبيبات الرمل من نوع واحد ولها نفس الخواص وعند تغيير أى كمية يجب أن يستعاض عنها برمال من نفس النوع والخواص حتى تتسرب المياه بمعدل واحد تقريباً خلال المرشح ولا تحتجز بطبقة أنعم من غيرها فتسبب إنسدادها وتعطل المرشح عن القيام بعمله ويستحسن أن يتراوح حجم حبيبات الرمل بين ٠٫٢٠ ، ٠٫٣٥ مم فإن زاد حجمه عن ذلك تسبب فى ضعف درجة المعالجة وإن قل سدت الرواسب المسام الموجودة بين الرمال .

ويجب أن يكون الحمل على المرشح فى حدود قدرته فإن زاد خرج سيب ردىء ، وضعف تخلل الهواء بطبقات الرمل وربما يقضى على الكثير من البكتريا الهوائية أو يقضى عليها كلية ، وأفضل وسيلة لعلاجه هو إيقاف تشغيل المرشح لأسابيع قليلة وبذا يتخلله الهواء وتنشط البكتريا الهوائية ويعاد تشغيل المرشح بنجاح .

وفى حالة إنسداد رمال الطبقات العليا من المرشح يمكن خلخلتها أو تقليبها لإزالة ما بها من إنسداد — وفى حالة إنسداد طبقات من رمل المرشح بفعل

المواد الراسبة يستحسن تغييرها فإن كانت هذه الطبقات بسمك كبير فالأفضل تغيير الرمال كلية فهو أرخص من عملية غسيل الرمال القديمة وإعادتها .

وإن سدت مواسير الصرف فيمكن تنظيفها بضغطها بالماء أو تنظيفها بإحدى الطرق المستخدمة فى تسليك و نظافة مواسير شبكات المجارى .

مرشحات الزلط :

لا يختلف الغرض من مرشحات الزلط ولا الأساس فى نظرية عملها عن الغرض والأساس لحقول البكتريا ، والاختلاف ينحصر فى طريقة تشغيل كل منهما ، فحقول البكتريا يتم تشغيلها بالملء والتفريغ بينما مرشحات الزلط يرش السيب الداخل على سطحها بصفة مستمرة كما يتم صرفها بصفة مستمرة كذلك ، وبذا فمرشحات الزلط ما هى إلا تطور لحقول البكتريا ، فهى أقل منها فى تكاليف إنشائها وتشغيلها كما أن رقعة الأرض اللازمة لها أصغر .

ومرشحات الزلط عبارة عن أحواض تملأ بزلط صلب أو أى أحجار مماثلة وبعمق يتراوح بين ١,٥ متر وثلاثة أمتار والأحجار مدرجة من قطر ٢سم إلى ١٠سم وتوضع الأحجار الصغيرة بأعلا الحوض ثم الأكبر فالأكبر حتى نصل لقاعه ، وقد أثبتت بعض التجارب الأخيرة أن كفاءة الحوض تزيد إذا ملىء بأحجار كبيرة تتراوح أقطارها بين ٥ سم ، ١٠ سم . وكلما كان سطح أحجار الترشيح مدبباً وخشنا كلما ساعد ذلك على توالد البكتريا .

ولما كان الحجر الجيرى والكلخ يتحللا ببطء بتأثير مياه المجارى ، لذا لا ينصح باستخدامها إلا أن كانت الأرض المنشأ عليها مرشحات الزلط ضعيفة رخوة فالكلخ فى هذه الحالة يصبح مثالى للاستخدام إذ أنه خفيف جدا فى الوزن علاوة على ميزته فى إمكان الحصول عليه فى كثير من المواقع بسعر زهيد .

ولترشيح م٣ من مياه المجارى القوية يلزم ٤ م٣ من الزلط أو الأحجار .

ولترشيح م٣ من مياه المجارى المتوسطة يلزم ٢ر٥م٣ من الزلط أو الأحجار.
ولترشيح م٣ من مياه المجارى الضعيفة يلزم ١ر٧٥م٣ من الزلط أو الأحجار.
أما المياه شديدة التعفن فتحتاج إلى كمية كبيرة من الزلط تصل إلى ما يزيد عن ١٠ م٣ من الزلط لمعالجة متر مكعب واحد من هذه المياه .

وتبنى حوائط المرشح من الخرسانة أو الطوب مع ترك ثقوب عديدة بها أو تبنى من الدبش على الناشف حتى يسمح بمرور الهواء خلال حوائطه .

وتوزع مياه المجارى على المرشح بأحدى الطرق الآتية :

قنايات التوزيع :

وتوزع المياه على المرشح بواسطة قنايات من الحديد أو الزهر أو الخزف مرصوصة على سطح المرشح والمسافة بين محاورها حوالى مترين ، وتفيض المياه على جوانب القنايات من ثقوب بها متقاربة — ويجب العناية بتنظيف هذه الثقوب لمنع انسدادها ، ولتوزيع المياه منها بقوة يخزن السيب بأحواض دفق تندفع محتوياتها بسرعة كلما امتلأت .

وهذه الطريقة أبطل استعمالها وقد تستعمل نادرا بالمرشحات الصغيرة .

رشاشات أو نافورات ثابتة :

يوضع فوق المرشح وعلى مسافات مواسير بقطر ٣ بوصة أو أربعة بوصة ويثبت بالجزء العلوى من الماسورة نافورات قطرها بوصة والمسافة بين محاورها تتراوح بين متر إلى مترين فتخرج المياه مندفعة من هذه النافورات ومتخذة شكل دائرى ، وقد أبطل استخدام هذه الطريقة أيضا وقد تستعمل بالمرشحات الصغيرة .

الموزعات السيارة :

وتوزع المياه فى هذه الطريقة على سطح المرشح بواسطة موزعات متحركة على قضبان ويجب أن يكون فرق المنسوب بين سطح الماء بأحواض الترسيب وسطح المرشح حوالى ١ر٥ متر لتشغيل الموزع ، وهو مزود بسيفون لدفق المياه ، فإذا ما وصل لنهاية الحوض اصطدم بمفتاح به مصد فتنقلب حركة

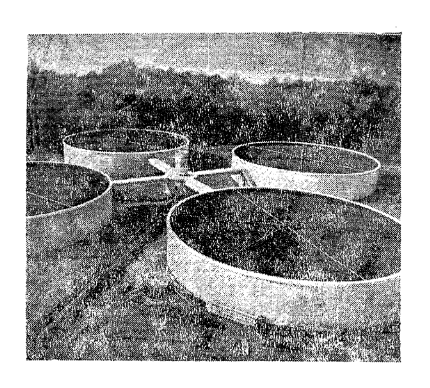
المياه، وتنعكس عجلة التربين لتسير بعربة التوزيع لنهاية الحوض من الجانب الآخر وهكذا — ولكثرة أعطاله فهو نادر الاستخدام الآن .

المورعات الدائرية :

وهى الطريقة الشائعة الاستعمال ، وتنشر المياه على مرشحات زلط مستديرة ، وهى لا تختلف عن المرشحات الأخرى فهى عبارة عن حوض مستدير يملأ بالزلط المدرج السابق ذكر مواصفاته ، وعمقه يتراوح بين ١٫٥ متر إلى ٢٫٠ متر محاط إما بحائط أصم متروك به العديد من الفتحات أو بحائط من الدبش مبنى على الناشف وذلك بغرض تخلل الهواء لحوائطه كما سبق ذكره ، وقاعه مبنى من الخرسانة المسلحة وينحدر بميل حوالى ١ : ٥٠ إلى مجرى تجميع دائرية تنشأ خارج محيط الحائط وملاصقة له — وينشأ على أساس المرشح قنايات للتهوية من الطوب الأحمر العادى أو الطوب الأزرق ترص وتلصق بالأرضية دون لصق عراميسها الرأسية وتتجه نحو مجرى التجميع وتنتهى بفتحات عليها — وتستخدم هذه القنوات لصرف المياه من المرشح كما تستخدم فى نفس الوقت للتهوية .

غرف التوزيع :

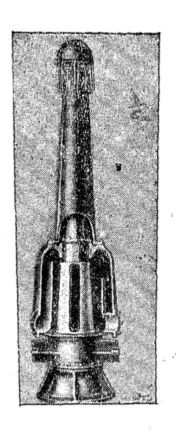
إن كان عدد المرشحات بالموقع اثنين فأكثر تنشأ غرف التوزيع لتمر بها المياه قبل دخولها للمرشحات لتوزيعها بقدر واحد على كل منها ولدفق المياه منها بقوة إلى المرشحات بغرض تحريك الأذرع ، ولذا فهذه الغرف مزودة بأحواض دفق تتراوح سعتها بين متوسط تصرف الطقس الجاف الوارد لأعمال المعالجة فى ٥ دقائق والواصل إليها فى ١٥ دقيقة، ومنسوب سطح المياه بهذه الغرف يساوى تقريبا منسوب سطح الماء بأحواض الترسيب (يقل عنه بمقدار فاقد الاحتكاك والميول البسيطة بقناة التوزيع) ويجب أن يكون مرتفعا عن منسوب سطح الزلط بالمرشحات بما لايقل عن ١٫٥ مترا لتشغيل أذرع المرشحات ، والشكل رقم (٩٣) يوضح مرشح زلط دائرى ذو أذرع ذات ثقوب صغيرة ، وغرفة دفق .



شكل رقم (٩٣)

وتندفع المياه إلى المرشح الدائرى داخل جهاز موضح تفصيله بالشكل رقم (٩٤) وهو مزود فى الغالب بأربعة أذرع ونادرا ما يكتفى بذراعين فقط — والأذرع عبارة عن مواسير ذات ثقوب على جانب واحد ويتراوح قطر المواسير بين ٢ بوصة للمرشحات الصغيرة ويصل إلى أربعة بوصات للمرشحات الكبيرة التى يمكن أن تنشأ بقطر حتى ٤٠ مترا — ويدور الجهاز على كرات معدنية لتقليل الاحتكاك ويمنع الماء من الخروج من بين الكرات بحائل مائى أو زئبق ، ويجب مراعاة قيام الحائل بعمله باستمرار على الوجه الأكمل (فهو نقطة ضعف بالجهاز) وعدم سماحه لخروج أى مياه من أى جزء من أجزاء الجهاز .

تندفع المياه من الجهاز إلى الأذرع خارجة من ثقوبها محركة لها بقوة الطرد

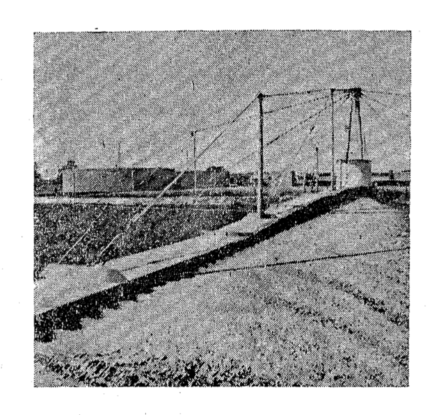


شكل رقم (٩٤)

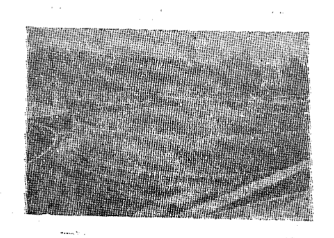
العكسية فتلف الأذرع فوق سطح الزلط ناثرة لقطرات مياه المجارى على سطح المرشح — ويراعى أن تقل المسافات بين ثقوب الأذرع كلما بعدت عن محور المرشح واقتربت من محيطه .

وقد تستخدم أذرع على منسوب قريب لسطح الزلط بالحوض وثقوبها عريضة . وهى أكثر تحملا من الأذرع السابقة وموضحه بالشكل رقم (٩٥) ومن مزاياها علاوة على قلة ما تحتاجه أذرعها من صيانة فإن ثقوبها نادرة الانسداد إلا أن نسبة تنقيتها للمياه تقل عن مثيلتها ذات الثقوب الصغيرة والأذرع العالية نوعاً .

وعملية التهوية بمرشحات الزلط ضعيفة فلا تشمل إلا الطبقات السطحية للمرشح وجوانبه ، أما باقى حجم المرشح فمحروم من التهوية لاستمرار امتلائه



شكل رقم (٩٥)



شكل رقم (٩٦)

بالماء ولما كانت التهوية من الأسس الهامة لمعالجة مياه المجارى بيولوجيا لذا عملت عدة أبحاث وتوصل منها أخيرا إلى أنه لو بنيت حوائط المرشحات صماء من الخرسانة المسلحة وارتفع عمق المرشح إلى حوالى ثلاثة أمتار وأنشئت فتحات للتهوية بقاعه شكل رقم (٩٦) لنشأ تيار مستمر من الهواء داخل المرشح كما لو كان مدخنة وحصلنا على درجة كبيرة من التهوية لمسام المرشح وهو ما يتبع حاليا فى إنشاء المرشحات .

نظرية تشغيل المرشحات :

يجب معالجة مياه المجارى بأحواض ترسيب ابتدائية قبل معالجتها بمرشحات الزلط لمنع تحميل المرشح باعباء ليست من اختصاص عملية معالجته ولمنع انسداد الفراغات بين أحجاره .

ويلازم عملية معالجة مياه المجارى بالمرشحات عدة عمليات طبيعية وكيميائية معقدة فبمجرد ما تخرج مياه المجارى من فتحات الأذرع تمتص من أكسجين الجو ما تحتاجه عملية الحياة بطبقات المرشح — وتتخلل المياه أحجاره فيتكون على سطحها (بعد مدة من تشغيل المرشح لأول مرة) طبقة جيلاتينية تحوى العديد من أدنى أنواع الحياة كالبكتريا الهوائية والألجى والفنجى والبروتوزوا وديدان وشرانق وذباب البسيكودا .

والبكتريا الهوائية وأنزيماتها تؤكسد المواد العضوية الذائب منها والعالق وتحولها لأكسيد الكربون وماء وأزوتيت ثم أزوتات — ومن خصائص البكتريا الهوائية هو العمل باستمرار على تخفيض إلى أقصى حد الكائنات الضارة بمياه المجارى والتى تتجمع بصفة مستمرة بالطبقة الجيلاتينية المغلفة لأسطح أحجار المرشح ، فالحركة مستمرة بين مايتركز من مواد عفنه وماتقوم به البكتريا من عمل لأكسدتها — والمواد الصلبة كبيرة الحجم تحتجزها أحجار المرشح ثم تتأكسد بعد ذلك .

وتوجد عدة عوامل تؤثر على كفاءة مرشحات الزلط منها :

١ — مدى التوزيع الصحيح لمياه المجارى على المرشحات المختلفة بالموقع ومدى توزيعه منتظما على سطح كل مرشح .

فالتوزيع الصحيح عل المرشحات أمر واجب ليتحمل كل مرشح الحمل الخاص به — كما أن توزيع المياه على سطح المرشح توزيعا متساويا يمكننا من استغلال أقصى طاقة للمرشح والحصول عل أعلا كفاءة منه .

٢ — حجم أحجار المرشح :

إن الأحجار المناسبة حجما تعطى كفاءة أعلا من الأحجار التى تزيد فى كبر الحجم أو صغره لحد كبير — فهى تهيء فرصة أفضل لتلاصق مياه المجارى بمكوناتها مع الطبقة الجيلاتينية المتكونة على الأحجار فتضمن تأكسد المواد العضوية ، بينما الأحجار الكبيرة لا تعطى هذه الفرصة لصغر مجمل مسطحاتها وقلة الفرغات بينها عن مثيلاتها للأحجار المناسبة ، أما الأحجار الصغيرة لحد زائد فهى تعمل على سرعة انسداد المرشح .

٣ — عمق المرشح :

والمرشحات العميقة أفضل من المرشحات صغيرة العمق إذ الأولى تعطى فرصة أطول لتلاصق مياه المجارى بالطبقة الجيلاتينية المغلفة لأحجار المرشح وهى الطبقة المحملة بالبكتريا الهوائية التى تعمل على أكسدة المواد العضوية — ويجب ألا يزيد العمق إلى ما لا حد بل يكتفى بالعمق اللازم للملاصقة لتأكسد هذه المواد وهو فى حدود حوالى ٣ متر .

٤ — درجة الحرارة :

ودرجة الحرارة لها تأثير هام على الإسراع بعملية المعالجة بمرشحات الزلط إذ تتم العمليات البيولوجية فى درجات الحرارة المرتفعة أسرع منها فى درجات الحرارة المنخفضة .

٥ — الحمل العضوى على المرشح :

والحمل العضوى على المرشح يجب أن يكون متناسبا مع حجمه وما صمم من أجله — كما يجب عدم السماح لأى مواد نسبة القلوية أو الحمضية بها مرتفعة أن تمر بالمرشح للمحافظة على حياة البكتريا الهوائية والتى هى عامل أساسى لقيام المرشح بواجبه .

أحواض الترسيب النهائية وإعادة الحماة منها :

وإذا ما أريد معالجة للسيب الخارج من المرشحات لدرجة أعلا أعيد ترشيحه بمرشح آخر ولكن قلما يحدث ذلك ، غير أنه فى الغالب ما يعالج السيب الخارج من مرشحات الزلط بأحواض ترسيب نهائية (وهى مماثلة لأحواض الترسيب الابتدائية غير أن غالبيتها ينشأ مستديرا) وذلك لإعطاء الفرصة للمواد العالقة ، والذائبة التى تحولت لعالقة بعد عملية التهوية .. للرسوب ، وهذه المواد خفيفة للغاية وكثافتها النوعية مرتفعة بدرجة ضئيلة عن المياه العادية لذا فهى تحتاج لسرعة أبطأ ومده بقاء بالحوض أطول من نظيرتها اللازمة للمواد العالقة بأحواض الترسيب الابتدائية، لذا يسمح لها بمدة بقاء تتراوح بين ساعتين وثلاث ساعات ويجب ألا تزيد عن ذلك حتى لا تتعفن الرواسب وتموت البكتريا الهوائية والمحتاج إليها فى الحماة المنشطة المعادة .

ولا يوجد خبث طافى بأحواض الترسيب النهائية إذ تم التخلص منه بأحواض الترسيب الابتدائية ، غير أنه يشاهد أحيانا بعض الحماة المرسبة به تصعد إلى سطحه وذلك نتيجة لتخمرها وانتفاشها وهذه الظاهرة دليل على سوء تشغيل الحوض ويجب العمل فورا على تصحيح الوضع ولا يمكن التحديد القاطع لأسباب طفو الحماة إذ أن المعلومات المعروفة عنها للان قليلة وهى ترجع لأحد الأسباب الآتية :

١ — خصائص مياه المجارى الخام :

من حيث قوتها ، وتعفنها ، وزيادة الحمل العضوى بها ، وانخفاض نسبة

المواد الغير عضوية ، ووجود بمياه المجارى نسبة كبيرة من مخلفات الصناعة ، وجود زيوت معدنية ، ارتفاع نسبة الدهون ، ارتفاع نسبة الحديد ، الرقم الإيدروجيني الغير عادى ، انخفاض درجة الحرارة ، التذبذب الكبير للتصرف ارتفاع كمية غاز الأيدروجين ، كثرة تواجد المواد الكاربونية .

٢ — سوء التشغيل — ومنها :

— قلة أو زيادة التهوية .

— قلة أو زيادة مدة المكث عن المدة الضرورية اللازمة .

— كثرة المواد القابلة للرسوب نتيجة عدم تشغيل حوض الترسيب الابتدائى بكفاءة .

— عدم تشغيل أحواض التهوية بالكفاءة اللازمة .

— انعدام الأكسجين الممتص .

— عدم سحب الحمأة وتراكمها بأحواض الترسيب النهائية أو السماح بتعفنها وتحللها وتكون ثانى أكسيد الكربون أو تكون غاز النيتروجين .

ولتلافى طفو الحمأة بسطح أحواض الترسيب النهائية يجب علاوة على مراعاة تشغيلها على أكمل وجه تشغيل أحواض الترسيب الابتدائية وأحواض التهوية وبالإجمال جميع الوحدات السابقة لها بأقصى كفاءة .

هذا ويمكن استعمال بعض الكيماويات بحوض الترسيب النهائى كالجير الحى وكبريتات النحاس أو غيرها مع مراعاة عدم قتل البكتريا الهوائية أو العمل على زيادة كمية الحمأة بها زيادة كبيرة . ولا يتم ذلك إلا بإجراء التجارب لكل حالة على حدة واستنباط أفضل الطرق التى تناسبها ، ورغم الاختلاف البين لكل حالة ، إنما يمكن بيان أكثر الطرق تأثيرا فى معظم الحالات للتغلب على طفو الحمأة وهي :

* زيادة كمية الهواء بأحواض التهوية .

* زيادة مدة المكث بأحواض التهوية .
* استعمال الكلور .
* تشغيل الوحدات السابقة لأحواض الترسيب النهائية على أكمل وجه مع مراعاة ألا تقل مدد البقاء بكل عن المطلوب وذلك بمنع سير المياه فى أقصر طريق بالأحواض .

ومن الملاحظ أن ظاهرة الطفو قد تحدث فى عمليات التنقية الكبرى التى تعالج مياه المجارى المشتركة ، إنما غالباً ما تحدث فى العمليات الصغرى وبالأخص ما يعالج منها مياه المجارى بالطريقة المنفصلة ويرجع سبب ذلك إلى التذبذب الكبير فى حملها العضوى .

ولما كانت الحمأة المرسبة مشبعة بالأكسجين وجد أن إعادتها إلى المياه الداخلة لمرشحات الزلط يفيد فى تخفيف تركيز هذه المياه ويقلل من تعفنها إلى مدى حاجتها للأكسجين وبذا يقل الحمل على المرشح وتزداد كفاءته .

فرشح الزلط المبنى حوائطه صماء مع فتحات تهوية بأسفله وحمأة معادة إليه ترتفع قدرة المتر المكعب من الزلط إلى حد ترشيح ٣ م^{3} من مياه المجارى المتوسطة أى ما يوازى ستة أمثال تقريبا كفاءة المرشحات العادية لذا سميت هذه المرشحات بمرشحات الزلط سريعة المعدل .

وتتراوح كمية الحمأة المنشطة (وتسمى بالحمأة المنشطة لما تحمله من أكسجين) المعادة بين ٢٠٪ ، ٤٠٪ من قيمة التصرف الوارد لأعمال المعالجة ، وقد تزيد نسبتها فى بعض الأحيان فتصل إلى ١٠٠٪ ويتوقف ذلك على قوة مياه المجارى ويراعى عدم ثبات النسبة لجميع فصول السنة ومختلف ساعات اليوم بل يجب أن تتغير طبقا للتجارب ونتائج تحليل العينات .

وكمية الحمأة المنشطة الباقية بعد عملية الإعادة يجب تركيزها بأحواض خاصة (وهى مماثلة لأحواض الترسيب) حتى لا يزيد الحمل على عمليات التخلص

منها . وبعد التركيز تسحب منها الرواسب ويتخلص منها إما بإغراقها بقاع البحار أو معالجتها ، مع الحمأة المستخرجة من أحواض الترسيب الابتدائية ، في أحواض تخمير الحمأة وأحواض التجفيف .

ومن التجارب التي قام بها المؤلف وقامت بها كثير من الهيئات المختصة بأنحاء العالم أمكن الاستغناء عن أحواض التركيز وذلك بإعادة الفائض من الحمأة المنشطة إلى مدخل أحواض الترسيب الابتدائية ونحصل بذلك على الآتي :

١ — الاقتصاد في تكاليف أعمال المعالجة بالاستغناء عن إنشاء أحواض التركيز وما يلزمها من مهمات ورفع .

٢ — الاستفادة بهذه الحمأة المنشطة بتخفيف تركيز مياه المجاري الداخلة إلى أحواض الترسيب الابتدائية وتخفيف حدة تعفنها .

وتتجمع الحمأة المنشطة مع المواد العالقة بأحواض الترسيب فيسهل رسوبها ويتخلص منهما سويا .

التشغيل والصيانة :

من أهم ما يجب أن يعتنى به للحصول على الكفاءة اللازمة من المرشحات هو تشغيلها على الوجه الأكمل مع مراعاة صيانتها شأنها في ذلك شأن جميع وحدات المرفق المختلفة ويجب العناية بغرف التوزيع وما بها من أحواض دفق وكذا بأذرع الموزعات والتأكد من استقامتها وتوزيعها للمياه على المرشح توزيعا منتظما — واستمرار رعاية وصيانة جهاز تحريك الأذرع وتزييت رومان البلي — ومن المهم جداً التأكد من عدم تسرب أي مياه من حاجز مياه الجهاز ، والكشف باستمرار على الزئبق وكميته الموجودة في حالة استعماله لإحكام الجهاز ، وفي حالة الخشية من العبث به استبداله بأي حاجز

آخر لا يكون موضعاً للطمع فيه . ويجب مداومة تنظيف وتسليك المواسير ودهان جميع الأعمال الحديدية مرة فى السنة على الأقل .

تنظيف أحجار المرشح :

لسوء التشغيل ، أو مع الزمن الطويل ، قد تسد الفراغات الموجودة بين أحجار المرشح وبذا تنقص درجة كفاءته تبعا لمدى انسداد فراغاته ، فإن كان الانسداد سطحيا أمكن أزالته بدفع الماء عليه بقوة تعمل على انزلاق المواد المسببة للانسداد وانصرفت مع السيب الخارج من المرشح — فإن كان الانسداد للطبقات تحت السطحية سمح لتصرف كبير بالمرور بالمرشح للحصول على سرعة كبيرة بين فراغاته تعمل على تنظيفها .

وقد يستلزم الأمر تقليب الطبقات السطحية من الزلط وترك المرشح لفترة وجيزة حوالى أسبوع دون استخدام حتى تجف الطبقة الجيلاتينية حول الأحجار وتتحلل المواد العضوية فيسهل جرفها بدفع الماء . كما اتضح من التجارب العملية أن إضافة الكلورين للمياه الداخلة للمرشح بدرجة ومدة تتوقف على قوة مياه المجارى تعمل على نظافته وتمنعه من الانسداد .

ولما كان من أهم متاعب مرشحات الزلط هو ظهور برك من المياه على سطحه ونمو حشائش الالجى بها وهى مؤشرات خطيرة تنبىء ببدء انسداد المرشح لذا كان التخلص منهما من أهم ما يشغل بال المشرفين على التشغيل .

ولما كانت الحيطة أهم من العلاج لذا يجب الدقة التامة فى تشغيل المرشح لعدم حدوث هذه الظواهر فإن حدثت ينصح كقاعدة عامة اتباع الآتى :

١ — يخلط الكلور بمياه المجارى الداخلة للمرشح المراد تنظيفه على أن يتم ذلك أثناء الليل حيث يكون التصرف أقل ما يمكن والأكسجين الحيوى الممتص له فى أقل حدوده ، وفى نفس الوقت تحويل معظم التصرف للمرشحات

الأخرى وعدم السماح إلا بكمية قليلة من المياه بدخول المرشح الجارى تنظيفه، وذلك للحصول على الفائدة المطلوبة بأقل كمية من الكلور لتخفيض تكاليف العملية .

٢ — تضاف كمية من الكلور بحيث تكون كمية الكلور المتبقى عند خروجه من فتحات الأذرع تتراوح بين ٣ إلى ٥ أجزاء فى المليون .

٣ — تكرر العملية لعدة ليالى إلى أن يتم معالجة المرشح .

وفى حالة انسداد المرشح وعدم جدوى طرق التنظيف المختلفة ينقل زلطه خارج حوائطه ويغسل جيداً ويعاد وضعه وبذا نحصل على مرشح جديد .

ومن أهم مميزات مرشحات الزلط أنها تعمل ذاتيا وليس لها تكاليف تشغيل تذكر وكل ما تحتاجه هو الرعاية والصيانة الدقيقة .

غير أن مرشحات الزلط وما تحتاج إليه من كميات ضخمة من الزلط ومساحات شاسعة لإنشائها لذا لا تستخدم إلا للتصرفات الصغيرة والتى لا تزيد عن حوالى ١٠ آلاف م٣/ اليوم بشرط توفر الزلط للموقع بتكاليف بسيطة — ومن مضارها توالد ذباب البسيكودا بكثرة حولها ونشر رائحة مياه المجارى من مسطحاتها الواسعة .

معالجة مياه المجارى بتنشيط الحمأة :

كان لعيوب المرشحات الزلط وغيرها من طرق التهوية المختلفة السابق ذكرها ما حفز الباحثين لاستنباط طريقة تخلو من هذه العيوب وتعطى درجة تنقية عالية مع ملاحظة قلة تكاليف إنشائها وسهولة عملية تشغيلها وعدم احتياجها لكثرة الصيانة ولمساحة كبيرة لإنشائها .

وقد استنبطت عدة طرق تعتمد على أكسدة المواد الموجودة بمياه المجارى بأكسجين الجو بمساعدة البكتريا الهوائية ومنها :

أحواض شيفيلد — أحواض سمبلكس — أحواض الهواء المضغوط — الفرش الدوارة — ماموث — أحواض سمبلكس ذات السرعة العالية — أنكا — التقليب بالمراوح — إدماج حوضى التهوية والترسيب النهائى .

ويمكن تقسيم أحواض التهوية بطريقة تنشيط الحمأة إلى قسمين رئيسين :

١ — التقليب الميكانيكى :

وهو عبارة عن إثارة المياه بالحوض ميكانيكيا بأى طريقة ما لتعريض قطراتها لأكسجين الجو .

٢ — ضغط الهواء :

ويعتمد على ضغط الهواء بالقدر الكافى وبالطريقة المناسبة التى تعمل على نشر الهواء فى جميع أجزاء الحوض .

وفى كلا من الحالتين ضرورى من تواجد البكتريا الهوائية بالكمية اللازمة للقيام بواجبها فى أكسدة المواد العضوية بالمياه وتحويلها لمواد ثابتة .

وقد تعالج المياه خام رأسا بطريقة تنشيط الحمأة إلا أنها كثيرة التكاليف وبالأخص للتصرفات الكبيرة وتحتاج إلى حيطة شديدة فى التشغيل ، لذا فالمياه قبل معالجتها بأحواض تنشيط الحمأة يجب سبق معالجتها بأحواض التصفية والراسب الرملى وأحواض فصل الشحوم (إن كانت الشحوم بكمية كبيرة بمياه المجارى) وكذا بأحواض الترسيب الابتدائية — وفى بعض الأحيان عندما تكون مياه المجارى قوية ووصلت إلى أعمال المعالجة بدرجة تعفن كبيرة فمن الأفضل عدم العمل على زيادة تعفنها بل الحد منه وذلك بتهويتها تهوية أولية بطريقة الحمأة المنشطة لمدة حوالى ربع ساعة بعد أن يتم معالجتها فى أحواض التصفية والراسب الرملى وأحواض ترسيب أولية بمدة بقاء بالأخيرة حوالى ٢٠ دقيقة . وبعد التهوية الأولية تستكمل معالجتها بأحواض الترسيب الابتدائية .

ثم أحواض التهوية الأساسية . وبذلك نعطى مياه المجارى حقنة سريعة من الاكسجين قبل دخولها لأحواض الترسيب الابتدائية التى تبقى بها حوالى ساعتين بعيدة عن الشمس والهواء فى ظروف تعيش فيها البكتريا اللاهوائية التى تزيد من تعفن مياه المجارى .

نظرية المعالجة بتنشيط الحمأة :

النظرية فى أبسط صورها هى العمل على أكسدة المواد العضوية بمياه المجارى بأكسجين الجو بواسطة البكتريا الهوائية وهى نفس النظرية السابق شرحها ، ونحصل على الاكسجين اللازم من الهواء بتعريض قطرات مياه المجارى لهواء الجو بنشره بأحد الطرق السابقة أو بإثارة المياه بالحوض لنشرها وتعريضها للهواء بأحد الطرق الميكانيكية أو بضغط الهواء ونشره بالماء بالحوض، وفى نفس الوقت تعاد حمأة منشطة من حوض الترسيب النهائى إلى حوض التهوية بغرض الاستفادة بما تحمله من أكسجين وما تحمله من بكتريا هوائية العامل الأساسى لأكسدة المواد العضوية والاستفادة بها كنواة تتجمع حولها المواد العالقة فيسهل بذلك رسوبها بحوض الترسيب النهائى .

وكلما كثرت كمية الهواء وكمية الحمأة المعادة كلما قلت مدة المكث اللازمة لمياه المجارى بأحواض التهوية ، ولكن لا يمكن التمادى فى هذه النظرية فهناك حد لها — فعملية الأكسدة تحتاج إلى زمن تتم فيه وكمية الهواء إن زادت عن اللازم تركت لتعود للجو دون استفادة منها ، كما أن هضم البكتريا لغذائها محدود ويحتاج لوقت فلا يمكن أن نكثر من الحمأة المعادة بدون حدود بغرض تعجيل العملية ، ومن ذلك يتضح أن كمية الهواء والحمأة المنشطة اللازمة ، لكل منها حد يعطى أفضل وأعلا كفاءة فنية واقتصادية لعملية المعالجة بتنشيط الحمأة إن نقص عنها احتاج الأمر إلى مدة بقاء بالحوض أطول للحصول على درجة التنقية المطلوبة وإن زاد كان عبء الحصول على هذه الزيادة قد بذل

دون ما جدوى منه — وكمية الهـــواء والحمأة المعادة اللازمة تختلف حسب الآتى :

١ — قوة تركيز المياه المعالجة .

٢ — نوع طريقة الحمأة المنشطة المستخدمة .

٣ — درجة حرارة الجو .

ويمكن بالتجارب تحديدها لكل حالة على حدة .

وتوجد عدة نظريات تشرح بتفصيل العوامل التى تؤثر فى المعالجة بالحمأة المنشطة وهى تشمل التأثيرات البيولوجية والكيمياء الحيوية والأنزيمات وقاعدة التحول وهذه النظريات تختلف فيما بينها فى شرح ما يحدث من تأثيرات وتتفق فى بعض النقاط ولا يمكن تحديد أى من هذه النظريات أقرب إلى الصواب ولكن مما لاجدال فيه أن هناك احتياجات ثلاث لعملية معالجة مياه المجارى بتنشيط الحمأة وهى :

١ — الكمية الكافية اللازمة من الهواء .

٢ — الخلط التام والتقلب المستمر للحمأة ومياه المجارى .

٣ — الكمية اللازمة من الحمأة المنشطة المعادة .

فالهواء يحفظ الحياة للبكتريا الهوائية . والتقليب المستمر يمنع الحمأة المنشطة من الرسوب ويخلطها بمياه المجارى ، والحمأة المنشطة وهى تشبه المادة الإسفنجية تتجمع حولها المواد العالقة مكونة جسيمات كبيرة نوعا يسهل التخلص منها ، ولتشبعها بالاكسجين فهى تخفف درجة تركيز المياه بالحوض — وهناك شواهد قوية تفيد بأن الحمأة المنشطة تمتص المواد العضوية الموجودة بمياه المجارى وهذه المواد الممتصة تتأكسد بالكيمياء الحيوية — وأول ما يتأكسد منها هى المواد الكربونية ومع استمرار المعالجة تتحول المواد النيتروجينية إلى أزوتيت وأزوتات .

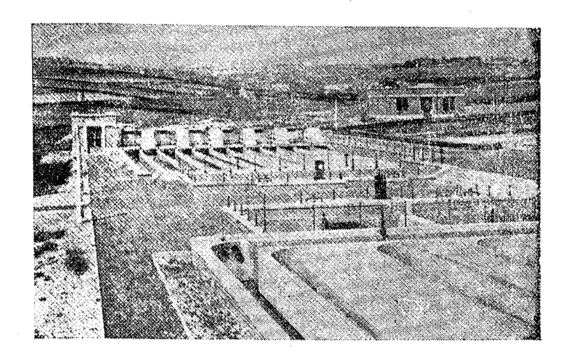
والمياه الخارجة من أحواض التهوية « وتسمى بالسيب المخلوط » تعالج بأحواض ترسيب نهائية والرواسب بهذه الأحواض « الحمأة المنشطة » يعود اللازم منها إلى أحواض التهوية ومايزيد عن حاجتها يعود إلى أحواض الترسيب الإبتدائية كما سبق ذكره .

طرق التهوية الميكانيكية :

توجد عدة طرق للتهوية الميكانيكية وجميعها تعمل بطريقة أو بأخرى على تقليب وإثارة مياه المجارى بالحوض بصفة مستمرة بحيث تعلو كل ذرة من مياهه إلى السطح بصفة دورية سريعة متعرضة بذلك لهواء الجو — وفيما يلى بعض هذه الطرق :

طريقة شيفيلد :

عرفت هذه الطريقة بهذا الاسم نظرا لأن أول استخدامها كان بمدينة شيفيلد بانجلترا سنة ١٩٢٠ وهى كما فى الشكل رقم (٩٧) عبارة عن عدة قنايات متوازية عمقها حوالى ١٫٢٠ مترا وعرضها يتراوح بين ١٫٢٠ ، ١٫٨٠ مترا تسير بها المياه بدفع عدة أذرع مركب كل منها على إحدى القنايات وتدور الأذرع بسرعة حوالى ١٥ لفة فى الدقيقة ، وهى تشبه الساقية فى حركتها ولذا سميت أيضاً بطريقة السواقى — وكل ذراع يختلف فى اتجاه حركته عن الذراع المجاور له حتى تستمر المياه فى حركتها فى القنوات المختلفة ، ولتنفيذ ذلك يركب عامودين أفقيين يدير كل ، نصف عدد الأذرع ، ويتحرك كل منهما فى اتجاه مخالف للآخر ، ويدار بمحرك كهربائى والقوى اللازمة لإدارتهما حوالى ١٠ حصان لكل ١٠٠٠ متر مكعب مياه مجارى . وتعاد حمأة منشطة من حوض الترسيب النهائى كميتها حوالى ٢٠ ٪ من التصرف الكلى الداخل للحوض — ومدة البقاء اللازمة لمياه مجارى متوسطة القوى للحصول على



أحواض التهوية بطريقة شيفيلد

شكل رقم (٩٧)

درجة تنقية حوالى ٩٠ ٪ هى حوالى ١٦ ساعة محسوبة لمتوسط التصرف اليومى الجاف .

وقد روعى قلة عمق القنايات لسهولة تقليبها وتعريض جميع مياه الحوض لهواء الجو واكتفى بعرض بسيط لها لملافاة حدوث دوامات بها .

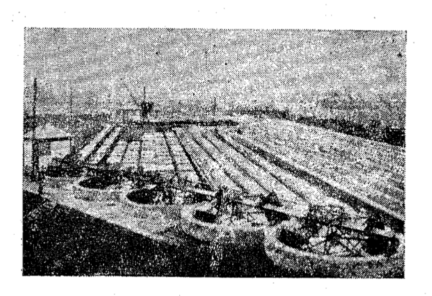
وبهذه الطريقة أمكن الاستغناء عن المساحات الشاسعة وكميات الزلط الهائلة اللازمة لمرشحات الزلط ، ورغم ما لهذه الطريقة من مزايا أكثر من مرشحات الزلط للتصرفات الكبيرة إلا أن احتياجها لمدة بقاء حوالى ١٦ ساعة يستدعى إنشاء الكثير من القنايات وإقامة الكثير من الأذرع لمقابلة التصرفات الكبيرة كما أنها تحتاج إلى سطح كبير من الأرض لإنشائها ، لذا فبعد أن شاع استعمالها فى العشرينات حد من استخدامها بعد ذلك وأبطل نهائيا تقريبا .

طريقة هارتلى :

وهى طريقة مماثلة لطريقة شيفيلد من حيث القنايات قليلة العمق وصغيرة العرض وتشترك معها فى المزايا والعيوب وكمية الحمأة المعادة ومدة البقاء اللازمة غير أنها تختلف معها فى مكان إنشاء قلاباتها وطريقة تشغيلها فبدلا من إنشائها بمنتصف الحوض كما هو الحال فى طريقة شيفيلد فهى مقامة فى نهاية القنايات ومائلة لتعطى حركة حلزونية للمياه ويعترض القنايات حواجز لضمان سير المياه بكامل قطاعها كما هو موضح بالشكل رقم (٩٨) وهى بذلك تطوير لطريقة شيفيلد وأول ما استخدمت كان بمدينة برمنجهام ومدينة ستوك — أون — ترنت . والآن أبطل استخدامها لنفس أسباب عدم استخدام طريقة شيفيلد .

طريقة سمبلكس :

وأول ما استخدمت هذه الطريقة كان بانجلترا ، وهى احتكار لشركة

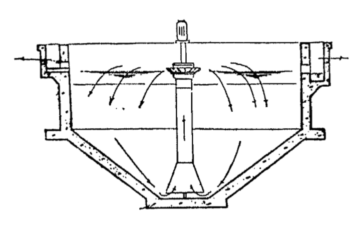


طريقة هارتلى للتهوية الميكانيكية

شكل رقم (٩٨)

أيمس كروستاميل الإنجليزية ومسجلة باسمها — وهى من الناحية النظرية مشابهة لطريقة شيفيلد إلا أنه روعى فيها أن تقل المسطحات اللازمة لأحواضها بتكبير أعماقها فهى تتراوح بين ٤ ، ٦ متر والأحواض مربعة المسقط الأفقى كما هى موضحة بشكل رقم (٩٩) ويتراوح طول ضلعها بين ٥ ، ٨ متر ، وقاع الحوض هرمى الشكل ويمنتصفه أسطوانة رأسية من الصلب فوهتها السفلى مفتوحة وترتفع بحوالى ١٥ سم عن قاع الحوض ومركب بأعلاها مخروط مزود بمروحة من الصلب ويدور بسرعة ٦٠ لفة فى الدقيقة . وبدوران هذا المخروط يسحب مياه المجارى المخلوطة بالحمأة المنشطة المعادة إلى أعلا الحوض وتنشرها المروحة رذاذا على سطحه — ويمكن استخدام أسطوانة أو أسطوانتين بحوض واحد ، وينشأ العدد اللازم من الأحواض للعمل بالتوازى أو التتابع . ولكل مخروط محركه الخاص .

ومن مزايا التهوية بطريقة سمبلكس أن المساحة اللازمة لأحواضها أصغر ومدة البقاء اللازمة لها أقل من تلك اللازمة لأحواض شفليد لتعطى نفس درجة المعالجة ، وتبلغ متوسط مدة البقاء بأحواض سمبلكس حوالى ١٢ ساعة .



طريقة سملكس للتهوية

شكل رقم (٩٩)

ومن عيوبها عمق أحواضها وصعوبة تنفيذها عن أحواض شيفيلد وبالأخص فى الأراضى المشبعة بمياه الرشح كما أن من عيوبها كثرة ما تحتاج إليه من محركات وبالتبعية كثرة أعمال الصيانة اللازمة — ومدة البقاء بها وإن كانت أقل من المدة بأحواض شيفيلد إلا أنها ما زالت طويلة — لذا قامت الشركة المذكورة منذ عدة سنوات بإجراء تعديل بها وذلك بزيادة سرعة دوران المخروط للحصول على سرعة تقليب أكبر وعدد محركات أقل وتفيد الشركة أنها بذلك انخفضت مدة البقاء إلى الثلث أى أربع ساعات فقط للحصول على نفس درجة التنقية كما تفيد الشركة أن هذه الطريقة أعطت نتائج مرضية وانتشر استعمالها فى كثير من المشروعات المستجدة وإن كان ما زال بعض المسئولين فى تهيب من استخدامها .

فرش التهوية :

الفرش المستخدمة لتهوية مياه المجارى عبارة عن أعمدة من الصلب محاطة بكامل قطرها وطولها وعلى مسافات بريش من الصلب ينغمر جزء منها بالماء حوالى ٧ سم — والأعمدة مرتكزة على حوائط الأحواض ويحركها ويديرها بسرعة محركات كهربائية، وأهم أنواع هذه الفرش هو مايسمى بالفرش الدوارة وهو احتكار لشركة باسافان الألمانية وطول كل عامود خمسة متر ولكل محرك الخاص ومن عيوب الفرش الدوارة كثرة المحركات اللازمة لها وكثرة أعطالها لتعرضها دون حماية لرشاش الماء من الأحواض كما أن تكاليف تشغيلها لا يقل عما سبق ذكره من الطرق . وبعد عدة تجارب من الشركة صاحبة الامتياز أمكنها ملافاة هذه العيوب ، فلتخفيض القوى المحركة ثبتت الريش بالعامود بخط مائل بالنسبة لطوله بدلا من سابق تثبيتها على خط مستقيم بذا تخترق الريش سطح الماء بالتتابع ريشة تلو الأخرى وبذلك قلت قوة المقاومة وقلت بالتبعية القوى اللازمة .

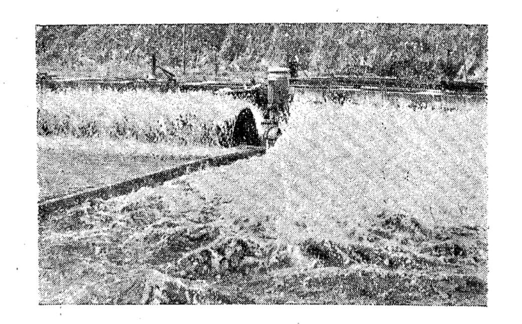
ولزيادة إثارة المياه بالحوض استعملت أعمدة بقطر أكبر وبذا زاد عدد الريش بها وزيد كذلك فى الطول المغناطيسى من الريش تحت سطح الماء .

ولتقليل عدد المحركات استعملت أعمدة بطول ٧٫٥ متر بدلا من خمسة متر كما استخدم المحرك الواحد لإدارة عامودين بدلا من عامود واحد وبذا قل كثيراً عدد المحركات ، ولتقليل الإعطال والصيانة أخذت جميع الاحتياطات لحماية المحركات من التأثر برشاش المياه . وتفيد الشركة وبعض البلديات التى استخدمت هذه الطريقة أنه لا توجد متاعب تذكر فى تشغيلها وصيانتها وأن القوى الكهربائية إن لم تقل فلا تزيد عن القوى اللازمة لطرق تنشيط الحمأة الأخرى، وإن الإثارة التى تحدثها الريش بدورانها تمنع أى ترسيب بالأحواض، وأن مدة البقاء اللازمة لمياه متوسطة القوى محسوبة لمتوسط تصرف السيب الجاف هى ٤ ساعات وذلك للحصول على درجة تنقية ٩٠٪ .

وقد سميت طريقة الفرش الدوارة بعد تعديلها بطريقة ماموث واستخدمت فى بعض المشاريع منذ عدة سنوات ومازال كثير من المسئولين متهيب استخدامها للتصرفات الكبيرة .

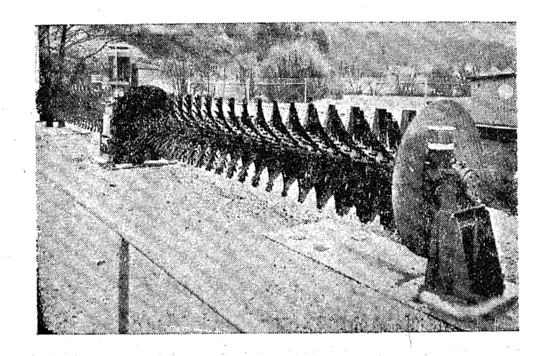
ويمكن تصميم حوض التهوية بأى شكل دائرى أو بيضاوى أو مستطيل أو أى شكل يسمح باستمرار الحركة الدائرية بالحوض — وعمق الحوض بسيط فنادراً ما يصل إلى ثلاثة أمتار والشكل رقم (١٠٠) يوضح أحواض ماموث . وشكل رقم (١٠١) يوضح العامود والريش المثبتة به .

وتوجد عدة طرق للتقليب الميكانيكى منها المراوح القلابة التى يمكن إنشائها من البلاستيك وهى تركب على سطح الأحواض لتقليب المياه ونظريتها مماثلة لغيرها ورغم قلة تكاليفها فإن انتشار استخدامها محدود للغاية .



حوض التهوية بطريقة ماموث

شكل رقم (١٠٠)



عامود الريش لطريقة ماموث

شكل رقم (١٠١)

طريقة التهوية بالهواء المضغوط :

توجد عدة طرق لمعالجة مياه المجارى بضغط الهواء بأحواض المعالجة منها الآتى :

١ — طريقة تهوية مياه المجارى بالهواء المضغوط مع استعمال ناشرات الهواء ، وهى أكثر أنواع طرق الحمأة المنشطة استعمالا وبالأخص للعمليات الكبرى لدرجة أنها سميت بالطريقة التقليدية ، وقد استخدمت بكثرة منذ الثلاثينات وأثبتت نجاحها وكفاءتها فى معالجة مياه المجارى ، وينصح جميع المسئولون عن أعمال الصرف الصحى باستخدامها ويترددوا فى النصح باستخدام أيا من الطرق الأخرى لمعالجة التصرفات الكبيرة غير أنهم يسمحوا باستخدام أيا من الطرق الميكانيكية أو مرشحات الزلط السريعة لمعالجة التصرفات الصغيرة وذلك لقلة تكاليفها بالنسبة لطريقة التهوية بالهواء المضغوط التى تحتاج إلى محطة لتوليد هذا الهواء .

تصميم الأحواض وطريقة نشر الهواء بها :

إن المياه بأحواض الهواء المضغوط مماثلة للمياه بأحواض تنشيط الحمأة الأخرى فهى عبارة عن مخلوط من المياه الخارجة من أحواض الترسيب الابتدائية ومن الحمأة المنشطة المعادة من أحواض الترسيب النهائية .

وحوض الهواء المضغوط عبارة عن عدة قنايات يخصص بعضها لتنشيط الحمأة المعادة والباقى يخصص لتنشيط المخلوط ، ويمكن حسب الحاجة زيادة أو تقليل عدد القنايات المخصصة لتنشيط الحمأة المعادة وبالتبعية تقليل أو زيادة القنايات المخصصة لتهوية المخلوط ، كما يمكن زيادة أو تقليل كمية الحمأة المنشطة المعادة وكذا كمية الهواء الداخلة للحوض حسب متطلبات كمية التصرف الواردة ودرجة تركيزها ، وهما يختلفان باختلاف فصول السنة واختلاف ساعات اليوم — ولذا تميزت أحواض الهواء المضغوط عن غيرها من أحواض تنشيط الحمأة بمرونتها وتتلخص فى الآتى :

١ — تخصيص أجزاء من الحوض لتنشيط الحمأة المعادة والتي يحتمل موت أو ضعف نشاط بعضها نتيجة بقائها بأحواض الترسيب النهائية مدة غير قصيرة بعيدة عن الشمس والهواء، مع إمكان التحكم في تزويدها بما يلزمها من كمية هواء ومدة بقاء .

٢ — إمكان التحكم بسهولة وفي أي وقت من دإخال كمية الهواء اللازمة فقط لمختلف الأوقات ومختلف درجات تركيز مخلوط المياه .

وكمية الحمأة المنشطة المعادة تتراوح بين ٢٠ ، ٢٥٪ من متوسط السيب الجاف ومدة البقاء اللازمة لها تتراوح بين ٤ إلى ١٠ ساعات — ومدة البقاء اللازمة لتهوية المخلوط تتراوح بين ٤ ، ٧ ساعات لمتوسط التصرف الجاف وعمق الحوض حوالى ٣ متر وعرض كل من القنايات حوالى ٣ متر والعرض الكلى للحوض غير محدود، وقد زيد عرض القنايات إلى عشر أمتار وزيد عمق الحوض إلى ٤ر٥ متر ولا ينصح بزيادة عمق الحوض لعدم زيادة ضغط الهواء اللازم دون الحصول على فائدة في التهوية مناظرة ، وكمية الهواء تتراوح بين ٥ ، ٢٠ م٣ لكل متر مكعب من المخلوط أو ٠٫٠٦ م٣ هواء حر لكل جزء في المليون أكسجين حيوى يمتص من كل م٣ ماء مجارى وبهذه الكمية نحصل على درجة نقاوة لمياه المجارى متوسطة القوى قدرها ٩٠٪ .

والهواء المضغوط بالحوض يقوم بعملين أساسيين، الأول البقاء على حياة البكتريا الهوائية وأكسدة المياه العضوية ويستنفد هذا الغرض حوالى ١٠٪ من الهواء المضغوط بالحوض ، أما التسعون في المائة الباقية فستستنفذ في العمل الثاني وهو خلط مياه المجارى بالحوض مع الحمأة المنشطة وتحريك المياه وإثارتها به بما يمنع منعا باتا أى رسوب بهذه الأحواض .

وغالبية أكسدة المواد العضوية تحدث بمجرد انكسار الفقاقيع الهوائية وتماسها بالبكتريا والمواد العضوية الموجودة بالمياه .

ويجب ألا تزيد كمية الهواء أو مقدار ضغطه عن المقدار الضرورى اللازم

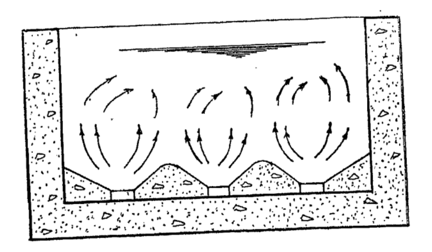
منهما للقيام بهذين العاملين الأساسيين وأى زيادة لأى منهما هو بذل جهد ومال دون ما فائدة .

ويكفى ضغط الهواء بالحوض لقدر يساوى ضغط يزيد عن عمق المياه به مضافا اليه ضغطا نظير فاقد الاحتكاك ويمكنه من تقليب المياه بالحوض وتتراوح قيمة هذا الضغط بين ٥ ، ١٠ رطل على البوصة المربعة ، ويجب أن تزيد قليلا السرعة الرأسية بالحوض عن ٤٠سم/ثانية لتمنع رسوب الحمأة بالقاع .

و تتراوح القوى اللازمة لإنتاج الهواء المضغوط بين ٥ حصان، ٢٠ حصان لكل ١٠٠٠ م٣ من مياه المجارى حسب درجة تركيزها وجودة الكباسات المستعملة ، أى حوالى حصان لكل رطلين تخفيض من الاكسجين الحيوى الممتص وسرعة الهواء بمواسير توزيع الهواء حوالى ١٢ متر / ثانية — وفى الموزعات الصغيرة يكتفى بحوالى ٥ م٣/ثانية .

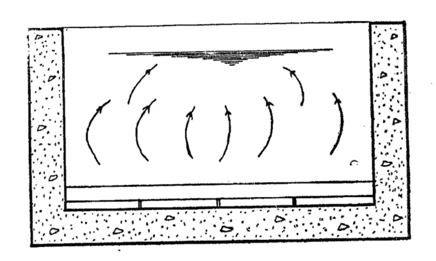
ويجب مراعاة (بواسطة التحكم فى أقطار وبلوف توزيع الهواء بالحوض) أن تكون كمية الهواء كبيرة نسبيا عند مدخل الحوض عنها لباقى طوله فتقل كمية الهواء المنتشرة بالحوض كلما قاربنا من مخرجه ويرجع ذلك إلى كثرة المواد العضوية المحتاجة للأكسدة عن مدخل الحوض عنها كلما قربنا من المخرج حيث تكون كمية المواد العضوية الغير مؤكسدة قليلة واحتاجت الى القليل من كمية الهواء — وعليه يراعى أن تكون كمية الهواء بالربع الأول من طول الحوض تساوى ضعف كمية الهواء التى تنتشر بالجزء الأخير منه فاذا ماقسمنا الحوض إلى أربعة أقسام متساوية كانت نسبة كمية الهواء الحر اللازم للأقسام الأربعة حسب ترتيبها من بداية الحوض هى ٥٠ ٪ : ٢٥ ٪ : ١٢٫٥ ٪ : ١٢٫٥ ٪ .

وناشرات الهواء على أشكال عدة فمنها المستطيل والكروى ويختلف وضعها بقاع الحوض فمنها مايوضع متعامدا على اتجاه سير المياه ومنها مايوضع موازيا له ، وإما أن تثبت الناشرات فى وسط الحوض أو على جانب منه وموضح بالشكل رقم (١٠٢) قطاعات مختلفة توضح الأوضاع المختلفة لناشرات الهواء بأحواض التهوية بالهواء المضغوط .



قطاع عرضى

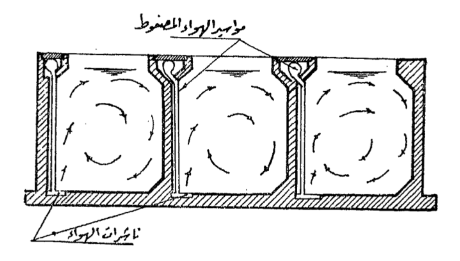
الفاشرات فى إتجاه سير المياه



قطاع عرضى

الفاشرات عمودية على سير اتجاه المياه

شكل رقم (١٠٢)



أحواض التهوية الحلزونية

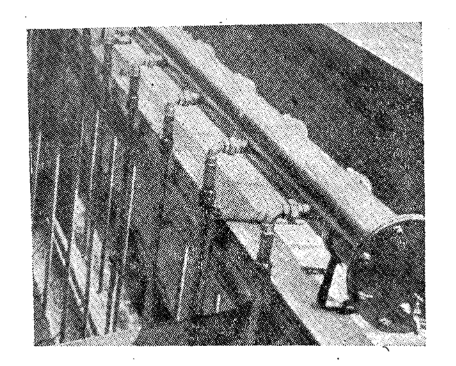
تابع شكل رقم (١٠٢)

والناشرات المستطيلة عبارة عن قوالب من الزهر أو الألمنيوم أو الخرسانة المسلحة، والزهر والألمنيوم قليل استخدامهما لانسداد قوالب الزهر بفعل الصدأ وارتفاع سعر قوالب الألمنيوم ، والشائع استخدامه هى القوالب المصنوعة من الخرسانة المسلحة ويتراوح عرض الناشرات بين ١٥ سم ، ٢٠ سم وارتفاعها حوالى ٥ سم، ويدخل الهواء المضغوط كما هو مبين بالشكل رقم(١٠٣)من الفتحة (ا) المتصلة بماسورة تغذية الهواء المضغوط ، وبكل قالب أربعة أو ستة تجاويف تغطى ببلاطات من مادة صلبة مسامية وتثبت بالقوالب بمسامير قلاووظ وعرضها عرض القالب وطولها يتراوح بين ١٠ سم ، ٣٠ سم وسمكها حوالى ٢ سم ويراعى فى اختيار مواد هذه البلاطات وقوالبها وطريقة تركيبها بالحوض الآتى :

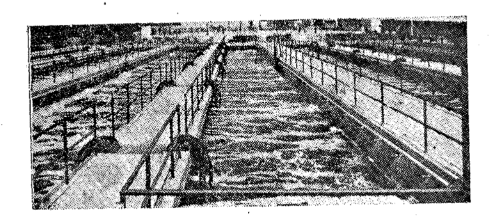
١ — إمكان تغيير البلاطات بسهولة .

٢ — لا تؤثر عليها مياه المجارى .

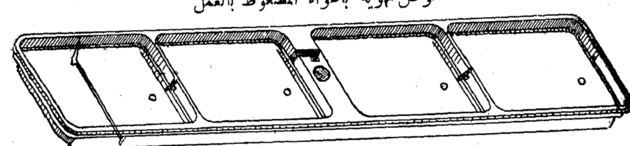
٣ — يمكن غسلها بالصودا الكاوية .



مواسير ضغط الهواء بالحوض



حوض تهوية بالهواء المضغوط بالعمل



ناشرات هواء مستطيلة

شكل رقم (١٠٣)

٤ — صلابة مادة صنعها .

٥ — عدم قابلية القوالب للصدأ .

ومعظم البلاطات تصنع من السلكة ذات المسام المصهورة بالتيار الكهربائى أو من بلورات أكسيد الألمنيوم أو من مونة الأسمنت الضعيفة مع رمل منتظم الحبيبات ويركب على كل ماسورة تغذية بلف لإمكان القفل عليها وإخراج الماسورة والقوالب التى تغذيها خارج الحوض لتنظيفها .

وفى حالة إنسداد مسام القوالب ترفع من الحوض وتنظف إما بضغطها بالهواء ضغطا عالياً أو غسلها بالصودا الكاوية أو بحرقها بأفران خاصة أو باستبدالها بأخرى جديدة .

وتستخدم ناشرات الهواء المستديرة وهى عبارة عن دائرة قطرها ٩ سم وإرتفاعها حوالى ١٢ سم تركب متقاربة على مواسير الهواء الموضوعة قرب قاع الحوض .

ولا خشية من الترسيب بقاع الحوض بوضع الناشرات أعلا منه قليلا إذ أن الهواء المضغوط يصل للقاع ولا يسمح بأى ترسيب .

وتقاس مسامية ناشرات الهواء النموذجية بكمية الهواء (فى درجة ٢٧° م ورطوبة نسبتها حوالى ٢٥ ٪) التى تمر فى ٠٫٠٩ م^{٢} من أسطح ناشرات الهواء تحت ضغط مائى يساوى ٥ سم .

ومسام ناشرات الهواء مختلفة الحجم فمنها ما يعطى فقاقيع هواء رفيعة جداً وأخرى تعطى فقاقيعاً أكبر حجما وتمتاز الأولى بجودتها للتهوية بينما الثانية تمتاز بقوة دفع الماء مع قلة التهوية نسبيا .

والناشرات ذات المسامية التى تتراوح بين ٠٫٨٠ م^{٣} ، ١٫٢ م^{٣} / الدقيقة

تعتبر مناسبة لعدم تعرضها للانسداد كما أنها لا تحتاج إلى ضغط عال من الهواء لتشغيلها . ويبلغ الفاقد فى تشغيل الناشرات حوالى ٧ر٥ سم عمود مائى وإن زاد وجب غسيل الناشرات بالصودا الكاوية أو حرقها للتنظيف.

ويجب تنقية الهواء الحر من الأتربة والمواد الدهنية والزيوت بواسطة مرشحات كافية بحيث يصل الهواء خالياً من الغبار قبل وصوله للكباسات — وهذه المرشحات عبارة عن ألواح من القماش المشبع بسائل لزج يلتقط ذرات الأتربة وغيرها وبذلك يمكن الحصول على هواء نقى لا يسبب أى متاعب للكباسات ولا انسداد لمسام قوالب نشر الهواء بالحوض .

وكباسات الهواء يجب أن تعمل بصفة مستمرة دون أى انقطاع لاستمرار تقليب المياه بالحوض والمحافظة على حياة البكتريا الحية — لذا يجب وجود الاحتياطى اللازم من الوحدات للطوارىء وللعمرات السنوية — مع توفر قطع الغيار اللازمة وبالأخص ما كان سريع الاستهلاك منها .

ومن أهم مميزات عملية التهوية تنشيط الحمأة بالهواء المضغوط الآتى :

١ — مرونتها فى التحكم فى كمية الحمأة ومدد البقاء اللازمة سواء للحمأة المنشطة أو مخلوط المياه بالحوض ، وبها تخصص قنايات لتنشيط الحمأة بمجرد دخولها للحوض وقبل اختلاطها بمياه المجارى .

٢ — كفاءتها العالية فى أكسدة المواد العضوية ، وانعدام أى أثر لذباب المرشحات حولها .

٣ — الحصول من أحواض ترسيبها النهائية على حمأة غير متعفنة وذات درجة عالية للتسميد لاحتوائها على أزوت جاهز .

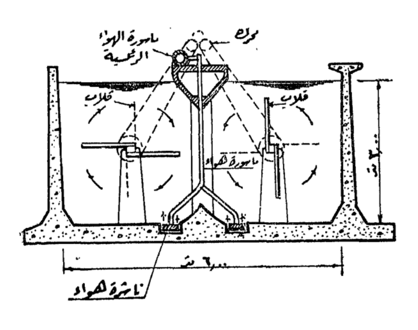
٤ — صغر المساحة اللازمة لإنشائها بالمقارنة بمرشحات الزلط وطريقتى شيفيلد وسمبلكس العادية .

ومن أهم عيوبها :

احتياجها إلى إشراف فني دقيق كما أن تكاليف إنشائها مرتفعة للتصرفات الصغيرة .

ولما كان تحريك المياه بالحوض يستهلك معظم كمية الهواء المضغوط الداخل إليه لذا فبعض الطرق لا تسمح بضغط هواء بأحواض التهوية إلا بالكمية اللازمة فقط للأكسدة، ويستعان على تحريك المياه بالحوض بتقليبه ميكانيكيا بواسطة عجلات غاطسة في الماء كما في شكل رقم (١٠٤) إلا أن هذه الطريقة تزيد كثيراً في تكاليف الصيانة ، ولذا فرغم قلة تكاليف تشغيلها يفضل عنها طريقة الهواء المضغوط العادية .

ومن الطرق الأخرى المستخدمة في معالجة الحمأة بالهواء المضغوط طريقة إنكا وطريقة أكسيكونتاكت .



شكل رقم (١٠٤)

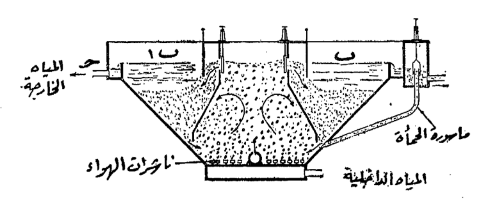
طريقة أنكا :

وهى مماثلة لنظرية أحواض التهوية بناشرات الهواء غير أن الحوض فى هذه الطريقة يغذى مباشرة بالهواء المضغوط من مواسير فتحاتها تحت سطح الماء بالحوض بحوالى متر .

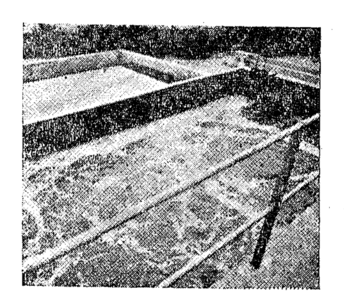
وبهذه الطريقة يستغنى عن ناشرات الهواء وتكاليفها ومتاعب انسدادها كما يستغنى عن كباسات الهواء ويكتفى بنافخات للهواء وهى أقل كثيرا من الكباسات فى تكاليف الإنشاء والتشغيل والصيانة — إلا أن هذه الطريقة غير شائعة الاستعمال لعدم التأكد من فاعليتها فى أكسدة المواد العضوية .

طريقة أكسيكونتاكت :

وقد عرفت هذه الطريقة منذ وقت غير قصير وهى عبارة عن إدماج حوضى التهوية والترسيب النهائى فى حوض واحد كما هو موضح بالشكل رقم (١٠٥) وتدخل المياه من الماسورة ا إلى وسط الحوض وهو الجزء المخصص لعملية التهوية ، بينما جانبى الحوض ب ، ب١ — مخصصين للترسيب النهائى — وتخرج المياه من الهدار والمجرى الدائرية حـ .



شكل رقم (١٠٥)
حوض تهوية بطريقة أكسيكونتاكت



حوض تهوية بطريقة أكسيكونتاكت بالعمل

تابع شكل رقم (١٠٥)

ويزكى رأى محبذى هذه الطريقة للميزات الآتية :

١ — رخص تكاليف إنشاء حوضين فى حوض واحد .

٢ — عدم الاحتياج لزحافة لحوض الترسيب النهائى .

٣ — عدم الحاجة لطلمبات لرفع الحمأة المنشطة من حوض الترسيب النهائى لحوض التهوية وتوفير تكاليف تشغيلها وصيانتها .

٤ — المحافظة على حجم جسيمات الحمأة المنشطة وعدم تفتيتها بطلمبات الرفع .

٥ — البكتريا الهوائية بهذه الأحواض لاتضعف ولا تموت فهى لاتحجز بأحواض ترسيب نهائية مستقلة ، مياهها بعيدة عن الشمس والهواء ، بل هى باستمرار ملاصقة للهواء الحر المضغوط — وبذا فهى فى غنى عن عملية إعادة تنشيط الحمأة المتميزة بها أحواض الهواء المضغوط .

٦ — مدة البقاء بها تساوى نصف مدة البقاء اللازمة لعملية الهواء المضغوط وذلك للحصول على نفس درجة التنقية .

ويبنى معارضى هذه الطريقة معارضتهم للأسباب الآتية :

١ — عدم التحكم فى كمية الحمأة المعادة .

٢ — عدم التحكم فى مدد البقاء سواء للتهوية أو الترسيب النهائى .

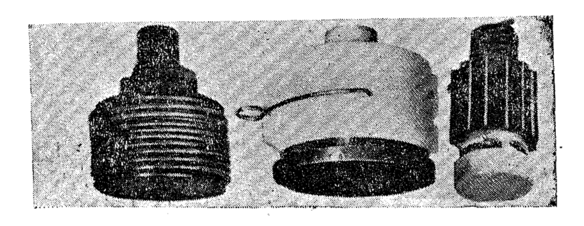
٣ — الإثارة مستمرة للحمأة المنشطة المرسبة .

٤ — الوفر فى التكاليف ليس كبيراً مما لايدعو إلى هذا الإدماج الذى يفقد سيطرة التحكم على خطوات العملية .

٥ — يمكن الحصول على مدة بقاء أقل بأحواض الهواء المضغوط بناشرات الهواء بزيادة كمية الهواء والحمأة المعادة ولكنه أمر غير مرغوب فيه ، إذ أن هناك حد لكل من كميتى الحمأة والهواء المضغوط اللازم وهو الأمر الذى يمكن التحكم فيه بدقة فى أحواض الهواء المضغوط العادية.

ولقد تحمس لطريقة إدماج الحوضين معهد أبحاث المجارى بموسكو وأتم تجاربه المعملية التى شجعته نتائجها إلى إنشاء حوض تجريبى كبير سنة ١٩٥٩ بالطبيعة وبتشغيله لم يحصلوا على الكفاءة المطلوبة فألغوا فكرة استعماله .

إلا أن شركة ديجرمونت بفرنسا تحبذ هذا النوع من الأحواض وتفيد أن بطريقة تصميمها له كما هو مبين بالشكل رقم (١٠٥) يعطى كفاءة ممتازة علاوة على مميزاته السابق ذكرها وأن ناشرات الهواء التى تستخدم فى هذه الأحواض من نوع يعمل بضغط الهواء بحيث تقفل فتحاتها عند توقف الهواء المضغوط لأى سبب .. لذا فهى فى منأى من الانسداد بالرواسب فى حالة توقف الحوض عن العمل والشكل رقم (١٠٦) يوضح أنواع ناشرات الهواء المستخدمة فى هذه الأحواض ، كما تفيد الشركة أن هذه الأحواض استخدمت بعدة مدن بالعالم وأثبتت نجاحها وكفاءتها .



شكل رقم (١٠٦)

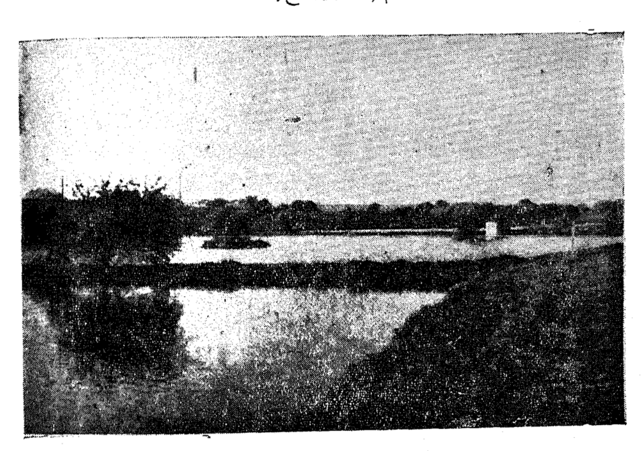
وفيما يلى بيان للمقارنة بين بعض من طرق التهوية المختلفة تم الحصول عليه من بعض بلديات مدن أوربا التى تستخدم فى موقع واحد أكثر من طريقة للتهوية .

المدينة	نوع التهوية	كمية التصرف	مدة البقاء ساعة	نسبة الحمأة المعادة ٪	نسبة التنقية ٪	ملاحظات
برلين الغربية	الهـواء المضغوط	٦٧ ألف م٣/اليوم	٧	٤٠	٩٥	تكاليف التشغيل والصيانة متقاربة
« «	ماموث	٨ آلاف م٣/اليوم	٤	١٠٠	٩٦	
لندن	الهـواء المضغوط	٢٩٠ ألف م٣/يوم	٨	٤٠	٩٥	تكاليف التشغيل والصيانة متقاربة
«	سمبلكس ذات المعدل العالى	١٤٠ ألف م٣/يوم	٨	١٠٠	٩٦	
باريس	الهـواء المضغوط	٢٠٠ ألف م٣/يوم	٨	٤٠	٩٥	
ريمز بفرنسا	إدماج حوضى التهوية والترسيب النهائى	٥٠ ألف م٣/يوم	٤	—	٩٤	أقل فى تكاليف التشغيل والصيانة عن عملية التهوية بالهواء المضغوط

برك الأكسدة :

وهى الطريقة البدائية لمعالجة مياه المجارى بالطبيعة وهى تستخدم لمعالجة التصرفات الصغيرة وتكاليف إنشائها وتشغيلها لا تذكر .

وهى عبارة عن منخفض طبيعى أو صناعى ضحل تنقل إليه مياه المجارى الخام لتنقى بعوامل الطبيعة فترسب المواد العالقة وتتبخر بعض المياه ويتسرب البعض الآخر بباطن الأرض ، وقد يتخلص من باقى التصرف فى الكتل المائية المجاورة أو رى الأراضى المحيطة به — وتطهر هذه البرك من الرواسب كل عدة سنوات وشكل رقم (١٠٧) يوضح بركة أكسدة .



بركة أكسدة بالسويد

شكل رقم (١٠٧)

وقد تطورت هذه العملية وسميت خنادق الأكسدة وهى عبارة عن عملية تنقية صغيرة تنشأ على الأصول الفنية والصحية وتستخدم لمعالجة التصرفات الصغيرة حوالى ٢٠٠٠ م٣ / اليوم .

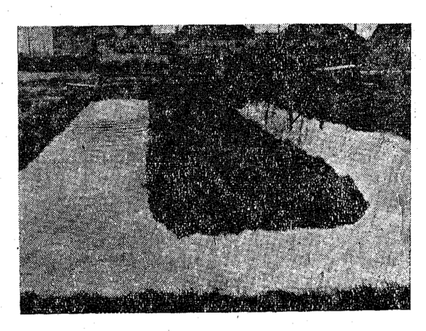
وتشمل هذه الطريقة المنشآت الآتية :

١ — مصافى وغرفة تصفية بسيطة تنظف يدويا .

٢ — خندق دائرى مكسى الجوانب أو بدون تكسية كما هو واضح بالشكل رقم (١١٠٧) .

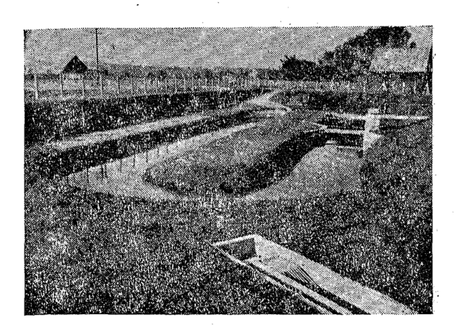
٣ — يزود الخندق بفرشة دوارة طريقة striker ماموث والعامود بقطر ٥٠ سم وبطول حوالى ٢ر٥ متر يعمل بصفة مستمرة .

٤ — حوض ترسيب نهائى تسحب منه الحمأة إلى حوض آخر لتركيزها وتسحب منه الحمأة على فترات طويلة تتراوح بين ٤ — ٦ شهور وقد يعاد يوميا جزءاً منها لبداية حوض التهوية (حمأة معادة) .

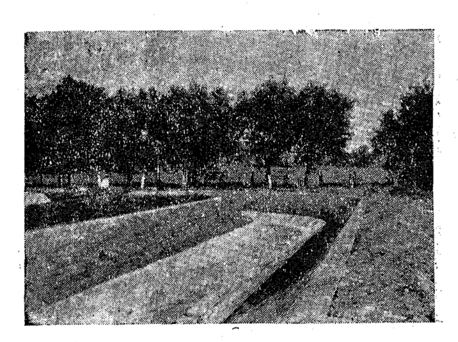


خندق أكسدة غير مكسى الجوانب

شكل رقم (١١٠٧)



خندق أكسدة غير مكسى الجوانب



خندق أكسدة مكسى الجوانب

تابع شكل رقم (١٠٧ ا)

وما هـــذه الطريقة إلا عملية تنقية صغيرة متكاملة تنشأ أحواضها بأقل التكاليف ونحصل منها على درجة تنقية تصل إلى ٩٠٪ — وتنشأ العملية أقرب ما يمكن إلى المبانى التى تصرفها حتى تصلها مياه المجارى الخام حديثة قبل تعفنها الشديد وتعقدها فيسهل معالجتها ولا ينبعث من العملية مضايقات من الرائحة الكريهة — وتـكاليف إدارتها بسيطة ، فهى لا تحتاج إلى قوى كهربائية كبيرة ولا تحتاج إلا لعامل واحد لتشغيلها ولا يعمل طوال الوقت ، وقد جدت عدة طرق أخرى مشابهة لمعالجة التصرفات الصغيرة .

تشغيل وصيانة أعمال معالجة مياه المجارى بتنشيط الحمأة :

أهم ما يجب مراعاته فى تشغيل أحواض تهوية مياه المجارى بطريقة تنشيط الحمأة هو الدقة التامة فى التشغيل ويتأتى ذلك بتحليل عينات مأخوذة من المياه الداخلة للحوض والخارجة منه كل ساعتين على الأكثر ومن عدة نقط من طوله للتأكد من سلامة العملية فى مراحلها المختلفة ولتحديد كمية الحماة الواجب أعادتهـا وكمية الهواء المضغوط اللازم ومدى الإثارة الميـكانيكية المطلوبة — ويجب ألا تتوقف العملية إطلاقا بل تعمل بصفة مستمرة ليلا ونهارا وهـذا لمنع الترسيب بهذه الأحواض أو التسبب فى موت البـكتريا الهوائية .

ويجب أن يكون السيب الداخل للحوض مطابق للمواصفات التى صمم على أساسها ويتأتى ذلك بتشغيل جميع الوحدات السابقة لأحواض التهوية على الوجه الأكمل ، ويجب وجود احتياطى لجميع آلات التشغيل وتوفر الأدوات الاحتياطية اللازمة لها وإجراء العمرات السنوية لجميع الوحدات ومراعاة دهان جميع الأعمال الحديدية وضرورة الصيانة المستمرة لـكافة الأعمال المدنية والميـكانيكية والـكهربائية .

الباب الحادى عشر

الكلور واستخداماته

فى معالجة مياه المجارى

استخدم الكلور ومركباته منذ أمد طويل فى معالجة مياه المجارى ، فقد استخدم فى معالجة مياه مجارى لندن سنة ١٨٥٤ م ، ومنذ حوالى نصف قرن والكلور يستخدم لعدة أغراض فى أعمال المعالجة .

خصائص الكلور ومركباته :

كلورور الجير : هو مسحوق أبيض ورائحته ضعيفة ويسمى أيضاً بمسحوق الجير وكذلك بهيبوكلوريت الكالسيوم ويمتص الرطوبة بتعرضه للجو وبذا يضعف مفعوله — وكان يستخدم على مقياس واسع فى معالجة مياه المجارى ، إلا أنه قد تضاءل استخدامه الآن وأصبح استعماله محصوراً فى أعمال المعالجة الصغيرة وقد حل محله الكلورين السائل لرخصه وسهولة نقله .

الكلورين السائل : لون الكلورين السائل أصفر مخضر وذلك فى درجات الحرارة والضغط العادية . وفى حالته الغازية قابل للاشتعال ورائحته قوية نفاذة — وهو من العناصر القوية النشطة التى تحلل الكثير من المركبات ويتفاعل مع معظم المواد العضوية — وهو لا يعمل على تآكل المعادن طالما كان الجو جافا غير رطب — ويصنع غاز الكلور بتمرير تيار كهربائى فى محلول كلورور الصوديوم ويعبأ فى أسطوانات من الصلب تحت ضغط ١٠٠ رطل على البوصة المربعة ، وسعة العبوات ١٠٠ ، ١٥٠ ، ٢٠٠٠ رطل ، وتوجد لوريات

خاصة لشحنه حمولة ١٦ ، ٢٠ طن — وفيما يلى بعض من خواص الكلور الطبيعية :

الوزن الذرى	٣٥ر٤٥٧
الوزن النووى	٧٠ر٩١٤
الكثافة النوعية	
الغاز	٢ر٤٩
السائل	٧ر٤٧
الحرارة النوعية	
الغاز عند درجة حرارة ١٥ مئوية	٠ر١١٥
السائل « « « « «	٠ر٢٢٥
الذوبان	
عند درجة الصفر المئوى بالجزء / المليون	١٤ر٦٠٠
عند درجة ٣٨ مئوى بالجزء / المليون	٤ر٢٠٠
الضغط فى العبوات	
عند درجة صفر مئوى رطل/بوصة مربعة	٣٩ر١
« « ٤٠ مئوى « « « «	١٥٤ر٠٠
الوزن :	
الغاز عند درجة ١٥ مئوية رطل للقدم المكعب	٠ر٢٠١
السائل « « « « « « « «	٩١ر٧٠

والكلور ضعيف الذوبان فى الماء وأقصى ذوبان له بالماء عند درجة ١٠

مئوية هو حوالى ١./٪ وكثافة سائل الكلور تقل مع زيادة درجة الحرارة ، ويزداد ضغطه بازدياد درجـــة الحرارة ، فإن زادت درجة حرارته عن ٧٠ مئوية زاد ضغطه داخل عبوته الصلب المملوءة به لدرجة أنه يفجرها .

وفيما يلى بعض خواصه الفسيولوجية :

التأثير الفسيولوجى	كلور جزء / المليون
أدنى كمية لظهور تأثير بسيط للتسمم بعد عدة ساعات من التعرض	١ر٠٠
أدنى كمية للشعور بالرائحة	٣ر٥
أدنى كمية يمكن استنشاقها فى الساعة دون خطورة	٤ر٠٠
أدنى كمية تؤثر على الحنجرة	١٥ر١
أدنى كمية تسبب الكحة	٣٠ر٢
الكمية التى تسبب خطورة فى مدى ½ ساعة إلى ساعة	٤٠ر٠٠ — ٦٠ر٠٠
كمية تسبب الوفاة بمجرد الاستنشاق العميق	١٠٠٠ر٠٠

ويتمدد قدم مكعب من الكلور السائل فى درجة حرارة ٢٠ مئوية إلى حوالى ٤٩٠ قدم مكعب من الغاز المركز — وإذا انتشر هذا الحجم فى مكعب من الهواء حوالى ١٣٢٠٠٠م٣ أصاب من يتعرض له بكحة شديدة وصعوبة فى التنفس ، وإذا لامس الكلور السائل الجلد تسبب له فى حروق شديدة — لذا يجب الحيطة الشديدة عند استعمال الكلور .

طرق تطهير مياه المجارى بالكلور :

يذوب كلورور الجير الجاف فى حوض أو أكثر ويسحب ويحفظ السائل الرائق فى أحواض تخزين وتضاف كمية كافية من المياه لتصبح قوة تركيزه ١ ، ٢ ./٪ وتفضل هذه الدرجة من التركيز عن المحاليل الأكثر تركيزا ليسهل

ضبط الكمية المراد خلطها بمياه المجارى ، وتوجد عدة طرق لإعطاء الكمية بالضبط اللازم خلطها وجميعها تعمل أتوماتيكيا إما باستخدام بلف عائم بفتحة محددة وتحت ضغط ثابت (أى ارتفاع ثابت من حوض التخزين) ينساب منه المحلول بالانحدار — أو بواسطة محرك كهربائى يضبط ليعطى تصرف معين يمكن زيادته أو نقصه طبقا للحاجة .

وتختلف نسبة الكلورين التى تضاف إلى مياه المجارى ، وبجمهورية مصر العربية يستخدم فى العادة ١٠ جزء / المليون من الكلورين الممزوج بالماء .

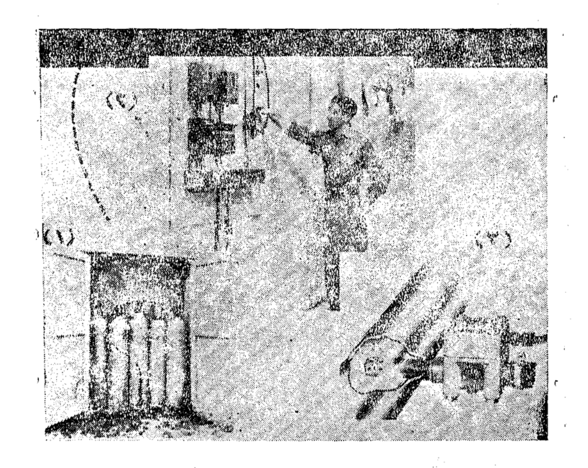
وقد وجد أن كمية محلول الهيبوكلوريت تقل ٤٠٪ عن الكلور السائل لتعطى نفس النتيجة .

غاز الكلور :

وغاز الكلور يمكن أن يضاف إلى مياه المجارى بواسطة جهاز الكلور إما كغاز أو غاز مذاب فى الماء ـ وهذا الجهاز إما أن يدار باليد أو أتوماتيكيا ـ ويمكن الحصول على هذه الأجهزة بسعة أقل من رطل / اليوم وبسعات أكبر تصل إلى ١٠٠٠ رطل / اليوم . والشكل رقم (١٠٨) يوضح أجهزة وطريقة الحقن بالكلور .

وغاز الكلور يخرج من جهاز التغذية إلى أنبوبة تصل إلى ناشرات الغاز المعلقة بمياه المجارى — ويجب أن توضع الناشرات تحت سطح مياه المجارى بما لا يقل عن ١٫٢٠ متر حتى يمكن للمياه امتصاص جميع الغاز ولا تعطى فرصة لهربه إلى الجو .

ويجب أن أن يكون جهاز تغذية الكلور دقيق ولا يسمح أن تزيد نسبة خطأه عن ٤٪ .



١ — مصدر الإمداد بالكلور فى الخارج تحت مظلة بسيطة مأمونة .

٢ — أجهزة القياس وضبط التصرف فى الداخل فى أنسب موقع بالنسبة لمشرف التشغيل .

٣ — حاقن الكلور مركب عند نقطة إضافة الكلور . وتتصل النقط الثلاث بأنابيب مأمونة تعمل تحت التفريغ .

شكل رقم (١٠٨)

أغراض استعمال الكلور :

يستعمل الكلور فى أغراض متعددة لمعالجة مياه المجارى منها :

١ — منع الروائح الكريهة .

٢ — فصل الشحوم .

٣ — القضاء على ذباب المرشحات (ذباب البسيكودا) .

٤ — تخليص المرشحات من المياه التى تبرك بسطحها .

٥ — منع تعفن وطفو الحمأة المنشطة بأحواض الترسيب النهائية .

٦ — تخفيض كمية الأكسجين الحيوى الممتص بمياه المجارى .

٧ — تعقيم مياه المجارى .

٨ — القضاء على نمو الحشائش وغيرها من الكائنات .

١ — منع الرائحة :

استخدم الكلور منذ سنين عدة كمانع لرائحة مياه المجارى — فهو يمنع تكون كبريتور الإيدروجين بتأخيره عملية التحلل بفعل البكتريا اللاهوائية كما أنه يتحد مع هذا الغاز فى حالة تواجده .

ويتوقف استخدم الكلور كمانع للرائحة على كمية كبريتور الإيدروجين بمياه المجارى وعلى مدى تأذى المواطنين من رائحته .

فإن كانت كمية تركيز كبريتور الإيدروجين سواء فى المياه الخام أو أحواض الترسيب الابتدائيـة أقل من جزء واحـد فى المليون فلا داعى لاستخدامه إذ تـكون الرائحة فى هذه الحالة ضعيفة ، وتقريبا منعدمة .

ويضاف الكلور لمياه المجارى فى الأماكن التى يتكون بها كبريتور الإيدروجين بسرعة وبكثرة ويمكن أن يضاف الكلور فى الحالات الآتية :

١ — فى نقطة أو أكثر من شبكة المجارى لمنع التعفن أو زيادته .

٢ — لمياه المجارى الخام قبل دخولها أحواض المعالجة .

٣ — لمياه المجارى المرسبة قبل دخولها لمرشحات الزلط .

ومن الأفضل والأوفر أن يمنع تكون كبريتور الايدروجين بدلا من التخلص منه بعد تواجده .

وإن كانت مياه المجارى تصل أعمال المعالجة وبها كمية كبيرة من كبريتور الايدروجين فمن الأفضل للحصول على نتائج مرضية أن يضاف الكلور إلى مياه المجارى على بعد مسافة طويلة قبل وصولها لاعمال المعالجة .

وعادة تتراوح كمية الكلور التى تضاف لمياه المجارى بين ٥ ، ١٠ أجزاء فى المليون وغالبا ما تحتاج مياه المجارى إلى كمية أكبر من قبيل الغروب بقليل وفى أوائل ساعات الليل — والجدول الآتى يبين كمية الكلور التى احتاجتها إحدى عمليات المعالجة بالولايات المتحدة الامريكية فى الساعات المختلفة فى اليوم :

الفترة	معدل التصرف م٣	كمية الكلور المستخدم جزء / المليون	الكلور المتبقى جزء / المليون
٨ صباحا إلى ٤ مساء	٥٤٠٠	٣ر٢	صفر
٤ مساء إلى ١١ مساء	٣٨٢٥	٥ر١٠	٢ر٠
١١ مساء إلى ٨ صباحا	٢٩٢٥	٠٠ر٦	صفر — ٥ر٠

ويكفى أن يضاف الكلور فى الأوقات التى تكون الروائح الكريهة المنبعثة من مياه المجارى شديدة — ولاداعى لإضافة الكلور بغرض التخلص من الرائحة إن كانت عوامل الجو ودرجة حرارته تعمل على تقليل حدة الرائحة لدرجة تجعلها غير منفرة .

والكلور مفيد أيضا للتخلص من الرائحة المتصاعدة من المواد التى تزال من مياه المجارى — فقد وجد أنه بإضافة رطل ونصف من الكلور يوميا على خبث طافى قدره ٥٠٠٠ جالون مزال من أحواض الترسيب الابتدائية وهو يعادل ٣٧ جزء / المليون أفاد جدا فى منع التضرر من الروائح الكريهة ،

وأفضل من إضافة الكلور لمياه المجارى للتخلص من الرائحة هو إضافة كلورور الحديديك أو الحديدوز أو كلورور الحديد وحامض الهيدكلورور .

فصل الشحوم :

يستعمل غاز الكلور للمساعدة على فصل الشحوم من مياه المجارى وله تأثير فعال إن استخدم مع الهواء المضغوط — وإما أن يضاف الكلور رأسا إلى أحواض عزل الشحوم أو يدخل الحوض سويا مع الهواء المضغوط فى مواسير ضغط الهواء .

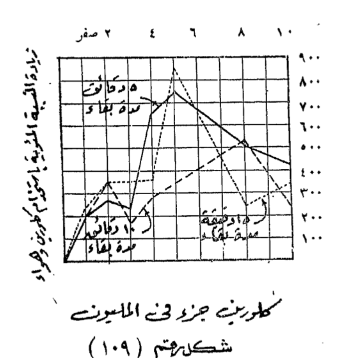
وتتراوح كمية الكلور اللازم بين ١ إلى ١٠ أجزاء فى المليون بينما تتراوح كمية الهواء بين ٠٫٤ إلى ١٫٣ م٣ لكل متر مكعب من مياه المجارى .

وقد أثبتت التجارب أن كمية الشحوم المزالة باستخدام الهواء المضغوط فقط مساوية لما يزال منها عندما يستخدم الكلور فقط. ولذا فإن استخدام الاثنين معا يزيد كمية الشحوم المزالة - فقد وجد أنه باستخدام جزء واحد فى المليون من الكلور مع التهوية لمدة خمسة دقائق تزيد كمية الشحوم المزالة (الخبث الطافى) إلى الضعف فإن زيدت كمية الكلور إلى جزئين فى المليون مع التهوية كانت زيادة الخبث تتراوح بين حوالى ٣٠٠ ، ٤٠٠ فى المائة عما لو استخدم الهواء المضغوط فقط .

والشكل رقم (١٠٩) رسم بيانى يوضح الزيادة فى كمية الخبث الطافى المتحصل عليه بأحواض فصل الشحوم باستخدام الكلور مع التهوية مقارنا بما نحصل عليه لو استخدم الكلور فقط .

منع ذباب البسيكودا (ذباب المرشحات) :

إن ذباب المرشحات عامل شديد المضايقة ، ويوجد بكثرة مريعة حول المرشحات ورغم أنه لا يمكنه أن يطير لمسافات طويلة ، إلا أنه أمكن ملاحظة



شكل رقم (١٠٩)

بعض من هذا الذباب على بعد ميل من المرشحات ، وغالب الظن أنه نقل بفعل الرياح .

وهذا الذباب رمادى اللون صغير الحجم ، ويتراوح طوله بين ٢ر٥ ، ٤ر٥ مم ودورة حياته حوالى ٢٢ يوما فى الجو البارد وتقل إلى ٧ أيام فى الطقس الحار — وتستخدم عدة طرق للتخلص منه، منها حرقه بتعريضه للهب شديد الحرارة أو بتغريق قاع المرشح على فترات أو باستخدام الكيمانيات ومنها : الأمونيا ، الكيروسين ، الكلور .

ويضاف غاز الكلور إلى التصرف الداخل للمرشحات ويحتاج إلى كمية كبيرة منه للقضاء على ذباب البسيكودا غير أن هذه الكمية تضر بالبكتريا الهوائية الموجودة بالطبقة الجيلاتينية المتكونة حول زلط المرشح والضرورية لعملية أكسدة المواد العضوية وبذلك تضعف من كفاءة المرشح علاوة على ارتفاع سعر الكلور بالنسبة للمطهرات الأخرى — ومع ذلك فيستخدم هيبوكلوريت الجير ويفضل استخدامه ليلا حيث تكون كمية مياه المجارى قليلة وقوة تركيزها

ضعيفة ، وبذا نحتاج إلى كمية بسيطة منه للقضاء على ذباب المرشحات — ومع بساطة الكمية المستخدمة نحصل على كمية من الكلور المتبقى بالتصرف الخارج من المرشح .

إزالة تبريك المياه بسطح مرشحات الزلط :

تسد الفراغات بين زلط المرشح لعدة أسباب منها :

١ — تشغيله لأكثر من حملة .

٢ — سوء التشغيل والصيانة .

٣ — وجود كمية كبيرة من الرواسب بالمياه الداخلة للمرشح .

٤ — صغر حجم الزلط أو عدم تدرجه .

٥ — كثرة نمو الالجى وغيرها من الكائنات النباتية أو الحيوانية .

وينتج عن هذه الأسباب تبريك المياه بالمرشح وظهورها على سطحه ويجب العمل سريعا على ملافاة هذه الانسداد ، وأسهل طريقة لعلاج هذه الحالة هو غسل الزلط بمياه نظيفة تندفع من خرطوم حريق أو غير ذلك من الطرق المختلفة السابق ذكرها ومنها استخدام الكلور، فبإضافة ٣٢ جزء منه/المليون لمدة خمسة أيام للمياه الداخلة للمرشح كافية فى معظم الحالات للقضاء على تبريك المياه وإعادة المرشح لكفاءته الأولى ، ويستحسن استخدام الكلور ليلا فقط .

تخفيض الأكسجين الحيوى الممتص :

يستخدم الكلور لتخفيض الأكسجين الحيوى الممتص لمياه المجارى — ومن عدة تجارب أجريت على عدة أنواع من مياه المجارى وجد أن كل جزء من

مليون من الكلور يضاف لمياه المجارى يقلل ٤ر٢ — ٦ر٢ جزء / المليون من الأكسجين الحيوى الممتص .

منع تعفن وعوم الحمأة المنشطة :

وقد نجح استخدام الكلور فى بعض الحالات ومنع تعفن الحمأة المنشطة ومنعها من أن تطفو على سطح المياه بأحواض الترسيب النهائية ويستخدم عادة بكميات تتراوح بين ١، ٧ أجزاء فى المليون ، ولم ينجح فى بعض حالات أخرى — هذا مع العلم بأن استخدام الكلور له خطورة على حياة البكتريا الهوائية .

تطهير مياه المجارى من الميكروبات :

وأهم استخدام للكلور بالنسبة لمياه المجارى هو تطهيرها قبل التخلص منها، وبالأخص للمحافظة على عدم تلوث شواطىء الاستحمام وعدم تعرض الصدفيات أو مصادر مياه الشرب للتلوث بالميكروبات التى توجد بمياه المجارى فهو يقضى على ميكروبات التيفود والدوسنتريا وفصائلها .

والكلور الممتص بمياه المجارى هى كمية الكلور التى تتحد مع المواد العضوية والغير عضوية بمياه المجارى وتعرف كالآتى : هى الكمية بالجزء بالمليون التى تحتاجها مياه المجارى لمدة عشر دقائق وتترك كلور متبقى ١ر٠ جزء فى المليون .

وكمية الكلور اللازمة لمياه المجارى الخام وللسيب الخارج من أحواض المعالجة تختلف من ساعة لأخرى ومن شهر لآخر ، وهذا التغير كبير للمياه الخام وللمياه المرسبة عنه للسيب الذى تم أكسدته .

والكلور الممتص لمياه المجارى الخام أكبر منه فى الصيف (حيث ينشط

عامل التحلل) عنـــه فى الشتاء — وهناك علاقة وثيقة بين الـكلور الممتص والأكسجين الحيوى الممتص .

والـكلور الممتص لمياه مجارى منزلية يتراوح بين ٠٠٤٦٧ر٠ رطل ، ٠٠٠٥ر٠ رطل للشخص .

وهناك عدة عوامل تؤثر على مدى تخفيض الـكلور للجراثيم الممرضة بمياه المجارى من أهمها :

١ — الرقم الأيدروجينى لمياه المجارى .

٢ — نوع وخواص مياه المجارى .

٣ — المدة التى يمتزج فيها الـكلور بمياه المجارى .

٤ — كمية الـكلور المستخدم .

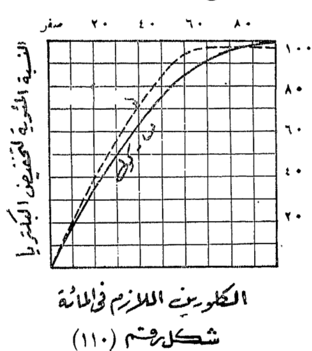
* فانخفاض الرقم الأيدروجينى يزيد فى قدره مركبات الـكلور على القضاء على الميكروبات .

* وكلما زادت قوة مياه المجارى وزيادة اكسجينها الحيوى الممتص كلما زادت كمية الـكلور اللازمة ، فالمياه الخام تحتاج إلى كمية كلور أكثر من المرسبة والأخيرة تحتاج لـكمية أكثر من اللازمة للسيب الخارج من عمليات الترشيح أو الحمأة المنشطة .

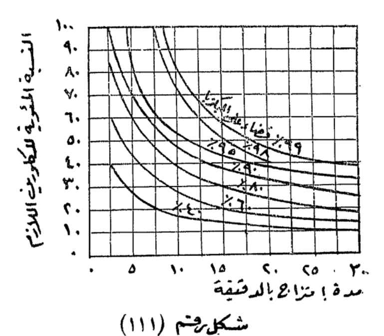
* كلما طالت مدة الامتزاج (لـكمية معينة من الـكلور لـكمية معينة من مياه المجارى مع بقاء نفس نسبة الـكلور المتبقى بالسيب الخارج) كلما زادت كمية التخلص من الـ « بى كولى » .

* وكلما زادت كمية الـكلور كلما زادت نسبة التخلص من الميكروبات ولـكن نسبة الزيادة تستمر إلى حد. ومن الشكل رقم (١١٠) يتضح أن بنسبة ٦٠٪ من

الـكلور الممتص يقضى على حوالى ٨٥ ٪ من البكتريا فى درجة حرارة ٢٠° مئوية بينما بنسبة ١٠٠ ٪ من الـكلور الممتص يصل إلى ١٠٠ ٪ من القضاء على البكتريا أى أن الزيادة ليست بمعدل ثابت مطرد — والشكل رقم (١١١) يوضح مدة وقت الامتزاج ونسبة الـكلور للقضاء على البكتريا



شكل رقم (١١٠)
مدة الامتزاج ٧٫٥ دقيقة



شكل رقم (١١١)

ومن الصعب تحديد كمية معينة لتعقيم مياه المجارى فهى تختلف اختلافا بينا بين نوع مجارى وأخرى وتختلف باختلاف ساعات اليوم .

وفيما يلى بيان بأدنى وأقصى كمية من الكلورين لمجارى متوسطة القوى لتعطى ٢ر٠ جزء فى المليون كلور متبق بعد ١٥ دقيقة امتزاج :

نوع مياه المجارى	كلورين جزء فى المليون
خام :	
حديثة إلى لها مدة بالشبكة	٦ — ١٢
متحللة	١٢ — ٢٥
مرسبة :	
حديثة	٥ — ١٠
متحللة	١٢ — ٤٠
مرسبة كيمائيا	٣ — ٦
تهوية :	
مرشحات زلط	٣ — ١٠
حمأة منشطة	٢ — ٨
مرشحات رمل	١ — ٥

القضاء على نمو الحشائش وغيرها من الكائنات :

إن صرف سيب مياه المجارى فى المجارى المائية غالبا ما ينتج عنه نمو الحشائش ، فإن كان السيب قد عولج معالجة جزئية فقط أو كلية ولكن نسبة تصرفه إلى الكتلة المائية المنصرف بها كبيرة نجم عن ذلك نمو الفانجاس ، علاوة على ذلك فإن احتواء السيب على كمية كبيرة من الأزوتيت يتسبب عنه نمو الالجى — وأحيانا ما تنمو هذه النباتات على جانبى المجرى المائى وتتحلل ويتصاعد منها روائح كريهة فيستعمل الكلور للقضاء على هذه الحالة الغيرمرضية.

وقد وجد من التجارب أن إضافة كلورين بمتوسط قدره ١٤ جزء فى المليون لمدة امتزاج ١٠ دقائق لمجارى مائية آسنة نمت بهـا الحشائش فى قاعها وجوانبها وتراكمت بها الرواسب السوداء الجيلاتينية يقضى على الحشائش والروائح الكريهة ويحسن مياه المجرى مع بقاء كلور متبق بالمجرى حوالى ٢ جزء / المليون .

أماكن الحقن بالكلور :

أماكن إضافة الكلور تتوقف على الغرض من استخدامه فإن استخدم لمنع الروائح الكريهة أضيف إلى المياه الخام قبل وصولها لأعمال المعالجة ويستحسن إضافته فى موقع أو أكثر من شبكة مواسير المجارى وذلك لتقليل كمية الكلور إذ أن كميته تزيد طرديا مع زيادة درجة تعفن مياه المجارى — وفى حالة عدم تيسر إضافتها فى الشبكة فتضاف للمياه الخام عند دخولها أحواض المعالجة . ويضاف الكلور فى حالة المعالجة الجزئية إما قبل دخول مياه المجارى لأحواض الترسيب أو بعدها ، وإن إضافة ٢٠ جزء فى المليون لمياه مجارى خام تخفض حجم خبثها الطافى بحوالى ٣٠ ٪ وتخفف من حدة الرائحة الكريهة وتعجل بعملية الترسيب وتقلل من شدة تحلل الحمأة ،ويحبذ الكثيرون استعمال الكلور قبل عملية الترسيب عن استخدامه بعدها ، وعلى كل فلكل حالة ظروفها ويجب عمل التجارب واستخلاص أيها أفضل فى الاستخدام من كلا الناحيتين الفنية والاقتصادية .

وإذا استخدم الكلور لفصل الشحوم أضيف إلى حوض فصل الشحوم ، إما فى أنابيب الهواء المضغوط وفى هذه الحالة يجب أن تكون مادة المواسير يمكنها مقاومة التآكل بالكلور أو تدهن بدهان يقاوم تآكله ، وإما أضيف للحوض مباشرة بمواسير خاصة تصل إلى ناشرات الكلور لمنع هروبه للجو .

وفى حالة استخدامه لقتل ذباب البسيكودا أو التخلص من تبريك المياه بالمرشحات يضاف الكلور إلى المياه الداخلة للمرشحات .

وإذا أريد تعقيم المياه المعالجة بمرشحات الزلط وأحواض ترسيب نهائية قبل التخلص منها ، أضيف الكلور إلى المياه الداخلة أو الخارجة من أحواض الترسيب النهائية .

ولمنع طفو الحمأة المنشطة بأحواض الترسيب النهائية يضاف إلى السيب الداخل لهذه الأحواض .

وغالبا ما يضاف الكلور إلى مياه المجارى بعد معالجتها وقبل صرفها فى المجارى المائية لمنع نمو الحشائش بها ولتعقيم مياه المجارى وتقليل الأكسجين الحيوى الممتص اللازم لها وتحسين حالة المياه بالمجارى المائية .

أسطوانات الكلور :

يجب نقل إسطوانات الكلور بحذر شديد ويجب التأكد من وجود غطاء الأسطوانة الحامى لبلفها — ويجب رفع الأسطوانات الثقيلة وزن طن بحذر مع استخدام الأوناش . ويجب عدم وضع الأسطوانات معرضة لأشعة الشمس فإن اضطر لتخزينها بأماكن مكشوفة وجب دهانها بالألمنيوم لتقليل ما تمتصه من أشعة الشمس ، وفى حالة تخزينها بأماكن مقفلة يجب تزويد هذه الأماكن بالعدد الكافى من المراوح الكهربائية لإمكان تصريف ما قد يتسرب من غاز من الأسطوانات . ويجب ألا تصل درجة حرارة الأسطوانات لدرجة ٦٧ر٥° مئوية حتى لا يرتفع ضغط الغاز بالأسطوانات إلى حد خطير — ويجب قطعا حفظ الأسطوانات بعيدة عن أى حرارة مباشرة كاللهب أو البخار أو ما قد يحتمل حدوثه من شرارات كهربائية .

وكل أسطوانة مطبوع عليها وزنها وهى فارغة ليسهل بوزنها تحديد ما بها من غاز كما يمكن تحديد الاستهلاك اليومى منه والوقوف على مدى كفاءة جهاز التعقيم .

ويجب قفل الأسطوانة بمجرد قفل جهاز التعقيم لوقف عملية التعقيم .

وعند فراغ الأسطوانة يصبح الضغط بها منعدما وبمجرد انعدام الضغط يرن جرس منبها بفراغ الأسطوانة وضرورة تغييرها — وعند فراغ الأسطوانة يجب قفلها بالبلف وتركيب غطائه لعدم السماح بتسرب الرطوبة أو أى مادة غريبة لداخلها — ويراعى حفظ الأسطوانات الفارغة فى مكان منفصل عن الأسطوانات الممتلئة لعدم الخلط بينهما والخطأ .

وإذا حدث أى تسرب من بلف الأسطوانة يجب معالجته فورا ويجب على من يقوم بمعالجته وقفله من لبس الكمامة الواقية أثناء عمله للحماية من الغاز ، لذا يجب توفر هذه الكمامات للعاملين ويجب وضعها بمكان ظاهر سهل الوصول إليه وبعيد عن أسطوانات الكلور .

ويمكن اكتشاف التسرب بحاسة الشم أو بتعريض قطعة من القماش مبللة بالأمونيا أو زجاجة مفتوحة بها أمونيا وتعريضها للمكان الذى يشك فى وجود غاز متسرب منه ، فباتحاد الأمونيا مع الكلورين يتكون كلوريد الأمنيوم الذى يشبه السحاب الأبيض وبذلك يتأكد من وجود تسرب من عدمه ، كما أن ترسيب مادة خضراء فى نقطة يشير إلى وجود التسرب ويحدد مكانه فهو مكان وجود المادة الخضراء ، ويجب فى هذه الحالة وضع الأسطوانة فورا فى وضع رأسى — وفى حالة عدم إمكان معالجة التسرب يجب اتخاذ الإجراءات الآتية كلها أو بعضها حسب الحالة مع احتياط القائمين بالعمل بلبس القناع الواقى .

١ — تخفيض درجة حرارة الأسطوانة .

٢ — تمرير أقصى كمية من الغاز فى جهاز التعقيم لصرفه لمياه المجارى .

٣ — تغطية الأسطوانة بالأتربة أو الأسمنت أو الجير أو أى مادة تتشرب الكلور .

٤ — غمس الأسطوانة فى برميل أو حفرة مملوءة بالجير .

مواسير تغذية الكلور :

يجب أن تكون المواسير التي يمر بها الكلور مصنوعة من الحديد الأسود الثقيل وأن تتحمل جميع التجهيزات المركبة على خط المواسير للضغوط المرتفعة ويجب عدم استخدام المواسير المجلفنة ، ويمكن استعمال مواسير الصلب أو النحاس على أساس أن تتحمل جدرانها الضغوط العالية ، وأفضل التوصيلات بين أسطوانة الكلور وخطوط المواسير هي الأنابيب النحاسية المرنة المصممة على ضغط ٥٠٠ رطل على البوصة المربعة ويجب استبدالها بغيرها عند ماتصبح ناشفة صلبة — ويلزم تركيب بلوف في الأماكن التي يرى ضرورة قفلها عند وجود أي تسرب لإجراء ما يلزم من تغييرات أو إصلاحات.

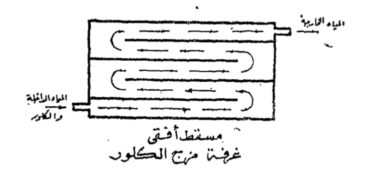
ومن غير المستحسن استعمال الوصلات المصنوعة من الكاوتش الصلب لتمرير الكلور غازاً كان أوسائلا غير أنه يمكن استعمالها إن تمت حمايتها جيدا ، ويجب تصميم وتنفيذ جميع لحامات المواسير والبلوف بحيث تفي بالغرض منها على أكمل وجه .

وقبل تشغيل مواسير الكلور يجب أن يزال جيدا بالكلورفورم جميع الشحوم والرطوبة وغيرها من المواد الغريبة — والتأكد من أن جميع المواسير وتجهيزاتها جافة تماما ، ومنع دخول الهواء بها لحمايتها مما به من رطوبة .

ولمنع رسوب الكلور بالمواسير تحفظ درجة حرارتها أعلا من درجة حرارة الأسطوانة ، كما يستحسن تركيب بلف على خط المواسير بالقرب من الأسطوانة لتخفيض الضغط بالمواسير أو النزول به إلى ٤٠ أو ٥٠ رطل على البوصة المربعة .

غرف المزج :

تنشأ غرف المزج لخلط الكلور بمياه المجارى وتصمم لتعطى مدة البقاء اللازمة لهذا المزج وأن تكون سرعة المياه بها كبيرة وأن يتأكد من تمام المزج وموضح بالشكل رقم (١١٢) كروكى لغرفة المزج .



مسقط أفقى
غرفة مزج الكلور

شكل رقم (١١٢)

الباب الثانى عشر

التخلص من مياه المجارى

ويمكن التخلص من مياه المجارى خام دون أى معالجة إطلاقا وقد يضطر إلى معالجتها لدرجة عالية جدا بحيث يمكن الشرب منها مباشرة وبين هذين الحدين درجات متفاوتة للتنقية — ويحدد درجة التنقية اللازمة مكان التخلص وعدم الإضرار به أو بمحتوياته أو استخداماته ومدى الرغبة والحاجة إلى إعادة استعمال مياه المجارى ونوعية هذا الاستعمال — هذا مع وضع عدم الإضرار بالصحة العامة فى المكان الأول ومراعاة قدر الإمكان ملافاة مضايقة المواطنين ، وهذا لايعنى التشدد المغالى فيه فى المعايير اللازمة لمياه المجارى للسماح بالتخلص منها ، بل يجب مراعاة النواحى الاقتصادية إذ أن عمليات المعالجة مرتفعة التكاليف ولا تعطى أى عائد يذكر .

وطرق التخلص من مياه المجارى تنحصر فى الآتى :

(ا) التخلص فى الكتل المائية أى التخلص بالتخفيف — والكتل المائية هى :

١ — المحيطات — البحار — البحيرات المالحة .

٢ — مصارف الرى العمومية (الخاصة بتخفيض منسوب مياه الرشح بالأراضى الزراعية) .

٣ — الأنهر الكبيرة أو الصغيرة أو البحيرات العذبة .

(ب) التخلص برى الأراضى (بالزراعة والتسرب بباطن الأرض والبخر) .

(ح) التخلص بإعادة الاستخدام :

١ — فى أغراض الصناعة .

٢ — لاستعمالها مصدرا مباشرا لمياه الشرب .

ويجب أن تستوفى المياه بعد معالجتها غرض أو أكثر من الأغراض الآتية :

١ — حماية الملاحة :

وذلك بعدم السماح بالترسيب بالمجارى المائية ، لعدم إعاقة حركة الملاحة ، هذا علاوة على ما يتصاعد من الرواسب المتحللة من غازات منها غاز كبريتور الايدروجين الذى يؤثر على هيا كل السفن ويزيل دهانها ويعرض الأعمال الحديدية بها للصدأ أو التآكل ، كما أن الرائحة المنبعثة منه تضر وتؤذى ملاحين هذه السفن والمسافرين بها .

٢ — منع تصاعد وانتشار الرائحة الكريهة والمناظر المؤذية :

ويتم ذلك بإزالة الرواسب والمواد الطافية وأكسدة المواد العضوية بمياه المجارى قبل التخلص منها ويجب ألا تقل كمية الأكسجين المذاب بالمجرى المائى عند مكان الصرف عن حوالى ٣٠٪ من كميته العادية بالمجرى .

٣ — المحافظة على الحياة بالكتل المائية :

إن المياه شديدة التلوث والتى بها عجز فى كمية الأكسجين المذاب عن ٢ إلى ٣ جزء فى المليون لا تسمح بالحياة للأسماك أو بيضها أو الصدفيات ، وهناك بعض منها يحتاج إلى كمية أكسجين مذاب تصل إلى ٥ جزء فى المليون ،

وعلى العموم يجب إلا تقل كمية الأكسجين المذاب عن ٣ جزء / المليون تزاد فى الحالات الخاصة التى تستلزم ذلك .

كما يجب تخفيض الـ بى كولى إلى أدنى حد بمياه المجارى قبل صرفها فى مناطق تعيش بها الصدفيات وتسوق للأهالى .

والرقم الايدروجينى يجب أن يكون فى حدود بين ٦٫٥ ، ٨٫٥ ولا تزيد كمية الأمونيا عن ١٫٥ جزء فى المليون حتى لا تتأثر حياة الأسماك .

ويجب ألا تؤثر مياه المجارى على لون المجرى المائى أو تمنع شفافيته ، وأن تسمح للضوء باختراق طبقات الماء إذ أنه عامل هام من عوامل التنقية .

٤ — المحافظة على مناطق الاستحمام والتنزهات :

منطقة المياه التى تصب بها مياه المجارى المنقاة لا تصلح للتجديف أو التنزه بها ، ويجب عدم الاستحمام بها لخطورتها الشديدة على الصحة العامة لما قد تحويه من ميكروبات وبالأخص ميكروب التيفود ولما تنقله من عدوى الأمراض الجلدية وأمراض العيون والأذن والأنف والحنجرة — لذا يجب مراعاة عدم تلوث الأماكن المخصصة للاستحمام والتأكد من خلوها من أية ميكروبات ، وقد لوحظ أن كمية بسيطة من التلوث قريبة من شواطىء الاستحمام أشد خطرا من كمية كبيرة تصب على مسافة بعيدة من هذه الشواطىء — وقد صنفت مصلحة الصحة الفيدرالية للولايات المتحدة الأمريكية مياه الاستحمام من الناحية البكتريولوجية إلى المراتب الآتية :

المرتبة	متوسط الـ بى كولى / ١٠٠ سم٣
(ا)	صفر — ٥٠
(ب)	٥١ — ٥٠٠
(حـ)	٥٠١ — ١٠٠٠
(ى)	يزيد عن ١٠٠٠

فالمرتبة (ا) تعتبر مياة صالحة جدا للاستحمام بينما المرتبة (د) مياه غير صالحة والمرتبتين (ب) ، (ج) يعتبران موضع الشك فى نقل العدوى .

وبإضافة الكلور بنسبة بسيطة إلى السيب المنصرف تقل خطورته على حمامات السباحة ، ولا داعى لهذه الإضافة إلا فى مواسم الاستحمام .

٥ — المحافظة على مصادر مياه الشرب :

يجب تنقية مياه المجارى تنقية كلية مع خلط السيب الخارج بالكلور قبل صرفه فى الكتل المائية التى تستخدم مصدرا لمياه الشرب لعدم الاضطرار إلى أعمال تنقية غير عادية للحصول على مياه الشرب ، ويجب ألا يزيد الـ بى كولى على مدار السنة عن ٥٠٠٠ فى كل ١٠٠ سم٣ . ويمكن التجاوز ويصل لحد أقصى ٢٠ ألف فى ١٠٠ سم٣ وذلك لأيام معدودة من السنة ، وبالتعقيم بالكلور فالمتوسط يجب ألا يزيد عن ٥٠ فى ١٠٠ سم٣ ولا يزيد لظروف طارئة بأى حال عن ٤٠٠ لكل ١٠٠ سم٣ على ألا تتجاوز هذه الظروف الطارئة عن ٥٪ من أيام السنة — وقد حددت هذه الأرقام على أساس الموازنة بين الناحيتين الاقتصادية والصحية فلا تشدد مغالى فيه من الناحية الصحية ولا تساهل بقصد الاقتصاد فى تكاليف المعالجة ، وأى تجاوز عن الحدود المذكورة يجب إما تصحيح طريقة تشغيل أحواض المعالجة أو تدعيمها ورفع قدرتها وكفاءتها .

٦ — المحافظة على صلاحية المياه للاستعمال لأغراض الصناعة :

تستمد الصناعات ما يلزمها من مياه لأغراضها المختلفة من المجارى المائية العذبة أنهارا أو بحيرات أو من غيرها من المصادر الصالحة لذلك ، لذا يلزم المحافظة على هذه المصادر من التلوث الذى يضر بأغراض الصناعة .

٧ — منع الضرر بالزراعة :

إن استخدام مياه شديدة التلوث لرى الأراضى بغرض زراعتها يضر ضررا بليغا بمسام الأرض ويلوث المزروعات ويتسبب فى توالد الذباب ونشر الأمراض ويجب ألا تحتوى مياه الرى على أكثر من ١٠٠٠ من بكتريا الكولى أيروجنيس فى كل ١٠٠ سم٣ .

ويجب منع الحيوانات من الشرب من مياه شديدة التلوث فقد ثبتت التجارب بدمياط أن كثيرا من الحيوانات نفقت بهذا السبب .

المعالجة اللازمة لأماكن التخلص المختلفة :

وبعد دراسات مستفيضة أمكن تقرير المدى اللازم لتنقية مياه المجارى لكل طريقة من طرق التخلص بصفة عامة .

التخلص من مياه المجارى فى المحيطات والبحار والبحيرات الكبيرة المالحة

وتسمى إجمالا التخلص بالبحار ، وفى هذه الحالة يتبع الآتى :

١ — عدم تنقية مياه المجارى إطلاقا والتخلص منها خام فى الأغوار العميقة وذلك فى الحالتين الآتيتين :

(ا) عدم وجود شواطىء استحمام وإن وجدت فعلى بعد شاسع من مكان التخلص .

(ب) وجود شواطىء استحمام ليست ببعيدة عن مكان التخلص غير أنه من المؤكد عدم رجوع مياه المجارى إليها بفعل التيارات البحرية .

٢ — الاكتفاء بالتنقية الجزئية فى حالة خشية رجوع مياه المجارى مع التيار إلى شواطىء الاستحمام مع مراعاة الآتى :

* تنشأ ماسورة المصب فى منطقة هى أكثر مناطق المدينة بروزا فى البحر وأبعدها عن شواطىء الاستحمام.

* تمد ماسورة المصب داخل البحر بعد ذلك حوالى كيلومتر .

* راسم الماسورة العلوى يكون تحت سطح الماء حوالى ١٠ متر وتصب فتحة المخرج فى مكان عميق الغور .

* فى حالة وجود جزر ومد مرتفع وخشية رجوع مياه البحر بالراجع إلى المدينة خلال ماسورة المصب يوضع عليها بلف يقفل فى وقت ارتفاع المد .

ولصعوبة تحديد مدى رجوع مياه المجارى إلى شواطىء الاستحمام بفعل التيارات ، لذا يرى الكثير من المختصين اتباع هذه الطريقة كقاعدة عامة عند التخلص من مياه المجارى بالبحار .

٣ — فى حالة الصرف فى الخلجان والبحيرات المالحة الضحلة أو فى حالة الاحتمال الكبير لرجوع مياه المجارى ولفترة طويلة من السنة إلى شواطىء الاستحمام يجب التنقية الكلية، مع مراعاة التعقيم بالكلور فى موسم الاصطياف، وكذا فى حالة انتشار أوبئة إذ أن لمياه المجارى فاعلية فى المساعدة على انتشارها.

هذا وبعد تشغيل المشروع تؤخذ عينات من مياه البحر عند شواطىء الاستحمام وكذا عينات من الصدفيات وإجراء البحوث والتحاليل عليها لمعرفة درجة تلوثها ، فإن وجد خطورة منها وجب اتخاذ الإجراءات الكفيلة لمداركتها وذلك بزيادة درجة المعالجة والتعقيم إن لزم وإيقاف تسويق الصدفيات من منطقة صرف مياه المجارى .

ولمعرفة اتجاه التيارات البحرية عند منطقة التخلص من مياه المجارى تجرى التجربة الآتية :

* توضع عوامة عند مكان التخلص وتترك لتعوم فى الماء على العمق المقترح صرف مياه المجارى عنده، وتزود العوامة بسيخ يبرز فوق سطح الماء بقدر كاف، ويدهن بلون ليمكن رؤيته من بعد ، كما يعلق بطرف السيخ العلوى راية

لتسهيل رؤيته كذلك — ويجب أن تكون العوامة بوزن معين حتى يستمر غاطسها عائماً عند المنسوب المحدد .

* تترك العوامة حرة تسير كيفما شاء لها التيار .

* يرصد عمود العوامة ويربط مع نقطتين ثابتين بالشاطىء وذلك لتحديد موقعه على الخريطة وكل حوالى ١٠ دقائق تعاد عملية الرصد والربط ويحدد الموقع على الخريطة .

* بتوصيل نقط التحديد التى تمت على الخريطة نحصل على خط سير العوامة وبالتبعية سير التيارات البحرية فى هذا الوقت :

تكرر العملية فى أوقات مختلفة من الليل والنهار وأشهر السنة المختلفة ومنه نحصل على اتجاه التيار الذى ستتجه معه مياه المجارى من مكان التخلص على مدار السنة ويمكن الحكم على مدى رجوعها للشواطىء من عدمه .

ومع مشقة التجربة إلا أنه لا يمكن الحصول منها بدقة عن تحرك التيارات البحرية فى مختلف الأوقات فى السنة والسنوات المختلفة إنما تعطى فكرة صحيحة الى حد بعيد .

التخلص بمصارف الرى :

فى حالة التخلص من مياه المجارى بالمصارف الكبيرة التى ترفع مياهها إلى البحيرات أو البحار يكتفى بالتنقية الجزئية بما يضمن التخلص من المواد الطافية والعالقة وتقليل الرائحة لدرجة لا تسبب مضايقة للمواطنين الذى يمر الصرف بالقرب من محال إقامتهم .

فإن كانت المصارف تصب فى كتلة مائية تستخدم مصدرا لمياه الشرب وجب تنقيتها تنقية كلية لدرجة تمنع من ظهور التحلل بمياه المصرف وتمنع أى تلوث لمياه الكتلة المائية المستخدمة مصدراً لمياه الشرب — وقد لا تكفى التنقية لدرجة ٩٠ ٪ فى بعض الحالات بينما تكفى ٨٠ ٪ أو أقل لبعض حالات أخرى وهذا يتوقف على النسبة بين الكتلة المائية للمصرف والكتلة المائية

لمياه المجارى المراد التخلص منها ، أى درجة التخفيف ، وبمعنى آخر العلاقة بين الاكسجين الذائب أصلا فى مياه المصرف والاكسجين الحيوى الممتص اللازم لمياه المجارى وذلك لضمان حدوث التحلل البيولوجى فى بيئة يتوفر فيها الاكسجين منعا لحدوث التعفن .

فإذا فرضنا أن الأكسجين الذائب أصلا فى المصرف هو ٦ جزء فى المليون وأن الأكسجين الحيوى اللازم لمياه المجارى ٤٠ جزء فى المليون وأن نسبة التجفيف هى (١) من مياه المجارى إلى (٥) من مياه المصرف لوجدنا أن صرف مياه المجارى بهذه النسبة يؤدى إلى خنق مياه المصرف وتجريدها نهائياً من الاكسجين الذائب فيه وحدوث جميع التحللات فى بيئة لاهوائية مما ينجم عنه التعفن وخروج غاز الميثان وغيرها من الغازات ذات الرائحة الكريهة ، بينما إذا كانت نسبة التخفيف ١ : ٢٥ وكان الاكسجين المذاب بمياه المصرف هو نفس النسبة السابقة ٦ جزء فى المليون والأكسجين الحيوى لمياه المجارى المنصرفة هى ٩٠ جزء فى المليون أى ما يزيد عن ضعف النسبة السابقة لوجدنا أن التوازن الأكسجينى وهو الفرق بين الاكسجين المذاب أصلا فى مياه الكتلة المائية والأكسجين الحيوى اللازم لمياه المجارى كالآتى :

(٦ × ٢٥) — (١ × ٩٠) = ١٥٠ — ٩٠ = ٦٠

أى يوجد أكسجين بمياه المصرف عند نقطة صب مياه المجارى به

= ٦٠ ÷ ٢٦ = ٢٫٣ جزء / المليون .

فاذا فرضنا أن المصرف لا تزيد كمية تصرفه بعد ذلك (زيادة فى موارد الاكسجين الذائب) عن طريق الرشح أو الصرف السطحى وتجاهلنا عوامل التنقية الطبيعية فاننا بذلك قد ضمنا وجود ٢٫٣ جزء / المليون من الأكسجين فى مياه الكتلة المائية عند مكان استقبالها لمياه المجارى ومستمرة لطول فى المجرى يساوى ما تقطعه مياهه فى مدة ٢٤ ساعة .

وعند تحديد الحد الأدنى للأكسجين الذائب المفروض توفره فى مياه المصرف

بعد صرف مياه المجارى به ، يرى الاكتفاء بحساب الاكسجين الحيوى المطلوب لأكسدة المواد العضوية الموجودة بمياه المجارى فى يوم واحد فقط وليس فى خمسة أيام كما هو متبع فى الطريقة القياسية ويمكن حسابه بالتجربة أو من المعادلة .

$$س = ب (— ١٠^{تث}) .$$

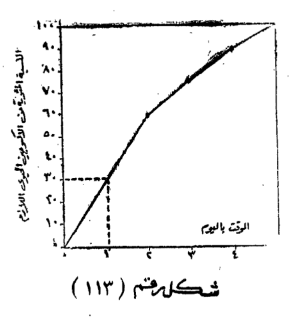
حيث س = الاكسجين الحيوى اللازم فى يوم .

ب = « « « فى خمسة أيام .

ت = ثابت يختلف باختلاف طبيعة مياه المجارى ودرجات الحرارة وهو يساوى ١ و٠ تقريبا عند درجة حرارة ٢٠° مئوية .

ث = الوقت باليوم .

وهو يساوى ٣٠ ٪ تقريبا من الاكسجين الحيوى فى خمسة أيام كما يتضح من الرسم البيانى شكل رقم (١١٣) .



شكل رقم (١١٣)

فإذا زادت المسافة التى يقطعها المصرف إلى مصبه عن يوم فإن عوامل أخرى تتدخل لزيادة موارده من الأكسجين المذاب عن طريق التخفيف بمياه

الصرف السطحى والرشح وبفعل الرياح والهدارات إن وجدت وامتصاص الأكسجين من الهواء الجوى . إذ تزداد نسبة امتصاص الأكسجين من الجو بزيادة المسافة وبزيادة النقص فى الأكسجين المذاب — كما تتدخل عوامل التنقية الذاتية كلما طالت المسافة من تأثير الشمس والنشاط البيولوجى للكائنات الدقيقة فى تخليص المصرف من جزء كبير من الحمل العضوى المضاف إليه مما يضمن استمرار تواجد الأكسجين .

وقد دلت التجارب التى أجريت على مصرف بلبيس ، الذى يصرف به يوميا حوالى ٤٠٠ ألف م٣ من مياه المجارى الخام شديدة التحلل ، ٢٠٠ ألف م٣ / اليوم من مياه المجارى خلال مسام التربة (بالرشح) ، أن الأكسجين الذائب لم ينعدم من مياه المصرف بالرغم من ضآلة نسبة التخفيف ، فقد وصل إلى حد أدنى جزء واحد / المليون على بعد ٤٨ كيلو متر من نقطة الصرف أى بعد ٢٤ ساعة تقريبا بافتراض سرعة المياه ٥٠ سم/ثانية ووصل إلى ٣ جزء فى المليون على بعد ٦٠ كيلو متر تقريباً من نقطة الصرف وهو ما يؤيد أن عوامل التنقية الطبيعية لها دور كبير فى معالجة مياه الصرف .

وعليه فمن الخطأ أن يشترط فى درجة نقاوة السيب الذى يسمح بصرفه بالمصارف نسبة مئوية معينة للتنقية أو أن يحدد له رقم ثابت للأكسجين الحيوى الممتص اللازم له سواء كان ذلك الرقم ٨٠ أو ٤٠ أو ٢٠ جزء / المليون إذ أن العامل الأساسى هو درجة التخفيف ، ولذا ما يجب اشتراطه هو توفر الأكسجين الذائب بمياه الصرف بعد صرف مياه المجارى به بحد أدنى ٢ أو ٣ جزء / المليون عند نقطة الصرف وبطول المصرف بعد ذلك حتى مصبه ليمكن للأسماك وغيرها أن تعيش بالمصرف ولمنع ظهور أى رائحة كريهة منه .

الصرف بالأنهر والنهيرات والبحيرات العذبة :

لما كانت الأنهر والنهيرات والبحيرات العذبة هى مصادر لمياه الشرب

كما أن الكثير منها يستخدم للنزهة والترويح عن النفس وتستعمل للاستحمام ، لذا وجب إزاء هذا المحافظة التامة على نظافة هذه الكتل المائية من أى أضرار صحية أو مضايقات من الرائحة أو المنظر .

وفى جمهورية مصر العربية يمنع بقوة القانون صرف أى مياه مجارى بهامهما علت درجة تنقيتها . وهذا القانون متشدد خصوصا توجد مناطق على نهر النيل تجمع مخلفاتها السائلة ولا يتوفر بها أو بالقرب منها أى مكان للتخلص المسموح به مما يضطر إلى نقل هذه المخلفات لمسافات طويلة تزيد أثنائها درجة تعفنها وتزيد تكاليف ما يلزم إنشائه من مشروعات لنقلها وما يلزمها من تشغيل وصيانة .

أما فى الدول الأوربية والإمريكية وغيرها فيسمح بالصرف فى الأنهار والنهيرات الصغيرة مع اشتراط نسبة عالية للتنقية بحيث لايقل الأكسجين الذائب فى نقطة الصرف وبعده عن ٤ جزء / المليون — مع مراعاة تعقيم السيب الخارج من أحواض المعالجة بالكلور أو غيره من المواد المطهرة التى تقضى على الجراثيم الممرضة .

الصرف بالرى :

تتلخص بعض البلدان من مياه المجارى الخام بالرى غير أنه من الناحية الصحية والفنية يجب معالجتها معالجة جزئية فى حالة استخدامها لرى الأراضى الرملية حتى يتم التخلص من المواد الطافية والعالقة بها لمنع انسداد مسام التربة وعدم إضرار المواد الطافية بالمزروعات بما تحويه غالبيتها من نسب عالية من الشحوم والزيوت ، وكذا لعدم السماح برسوب قشرة من الرواسب العضوية على سطح الأرض مما يجعلها وبالأخص بالمناطق معتدلة الطقس أو الحارة مرتعا خصبا لتوالد الذباب والروائح الكريهة .

أما إن استخدمت مياه المجارى لرى الأراضى الطينية وهى ضيقة المسام

وجب معالجتها معالجة كلية لتلافى لأقصى حد انسداد مسامها مع مراعاة تقليب الأرض بين وقت وآخر .

وفى حالة التخلص من مياه المجارى بالرى يجب اتخاذ كافة الاحتياطات اللازمة للمحافظة على صحة العاملين بهذا الحقل — كما يجب ألا تزرع بها مزروعات إلاما يدخل منها النار قبل تناوله ، وقد يسمح بزراعة أشجار وموالح بشرط إعدام ما يسقط منها من ثمار على الأرض أو يطهر تطهيرا كافيا، وللتأكد من تطبيق ذلك لا يسمح باستخدام مياه المجارى للزراعة إلا للجهات الحكومية المسئولة .

ويجب عدم إعطاء فرص لظهور برك من المياه الآسنة بالأرض ، فعلاوة على أنها ضرر فى حد ذاتها فهى مكان خصب لتوالد البعوض .

التخلص بإعادة الاستعمال :

وفى بعض الحالات وعدم توفر المياه العادية للصناعة يتخلص من مياه المجارى باعادة استخدامها بأغراض الصناعة المختلفة ، وفى هذه الحالة يجب معالجة مياه المجارى للدرجة التى تسمح بإعادة استعمالها ، وتختلف درجة المعالجة باختلاف نوع الاستعمال وأغراضه .

ويمكن الارتفاع بدرجة تنقية مياه المجارى لدرجة تسمح باستعمالها مباشرة للشرب — وفى هذه الحالة يجب أن تطابق مواصفاتها المواصفات والمعايير الواجب توفرها لمياه الشرب ولا يلجأ لهذا التخلص إلا فى حالات الضرورة القصوى كعدم إمكان الحصول على مياه الشرب إلا بمشقة بالغة وتكاليف باهظة تزيد كثيرا عن تكاليف معالجة مياه المجارى حتى تصبح مطابقة لمعايير مياه الشرب .

وفى كل الحالات يجب أخذ عينات كل ساعة من السيب الخارج من عمليات المعالجة الكبرى وبالأخص إن كان يتخلص منه بالكتل المائية التى تستعمل مياهها كمصدر مباشر أو غير مباشر لمياه الشرب .

أما العمليات الصغرى فتؤخذ عينة فى اليوم على الأقل وتحلل العينات ، وعلى ضوء نتائج التحليل يسمح بالصرف أو أعادة السيب الخارج إلى أحواض المعالجة بالتالى مع اتخاذ ما يلزم فورا من تعديل لطريقة التشغيل للحصول على السيب المطابق للشروط التى تسمح بالتخلص منه .

الباب الثالث عشر

الحمأة — مكوناتها ، طريقة معالجتها والتخلص منها

إن معالجة مياه المجارى تعمل على فصل سوائلها عن موادها الصلبة . ويتم التخلص من السوائل بأحد الطرق السابق ذكرها — والمواد الصلبة تجمع بعد رسوبها منفصلة أو مع المواد الطافية (الخبث) ثم يتم التخلص منها .

والحمأة السائلة عبارة عن المواد العضوية العالقة التى ترسب بأحواض الترسيب المختلفة ممزوجة بكمية كبيرة من المياه تختلف نسبتها باختلاف نوع مياه المجارى الخام ونوع محتوياتها وكذا لنوع المعالجة التى مرت بها .

ومثلا لذلك نجد أن نسبة المياه بالحمأة المنشطة حوالى ٩٨٫٥٪ بينما نسبتها بالحمأة العادية الراسبة بأحواض الترسيب العادية تبلغ حوالى ٩٥٪ .

والجدول الآتى يوضح كمية الحمأة ونسبة الماء بها وكذا بعض من خواصها :

نوع المعالجة	كمية الحمأة				
	جالون / مليون جالون مياه مجارى	طن / مليون جالون مياه مجارى	قدم مكعب لكل ألف شخص/اليوم	نسبة المياه ٪	الكثافة النوعية
ترسيب عادى :					
حمأة عادية	٢٩٥٠٠	١٢ر٥	٣٩ر٠٠	٩٥	١ر٠٢
حمأة من أحواض تخمير حمأة خاصة بها	١٤٥٠٠	٦ر٢٥	١٩ر٠٠	٩٤	١ر٠٣
حمأة مهضومة من أحواض إمهوف	٨٦٠٠	٣ر٧٥	١١ر٥	٩٠	١ر٠٤
حمأة مخمرة ومجففة بأحواض تجفيف رملية	—	٠ر٩٤	٥ر٧	٦٠	—
حمأة مخمرة ومجففة ميكانيكيا	—	١ر٣٦	٤ر٣	٧٢ر٥	١ر٠٠
حمأة من أحواض ترسيب بعد مرشحات الزلط	٧٤٥٠	٣ر١٧	٩ر٩	٩٢ر٥	١ر٠٢٥
حمأة من الترسيب الكيماوى	٥١٢٠٠	٢٢ر٠٠	٦٨ر٥	٩٢ر٥	١ر٠٣
حمأة مجففة ميكانيكيا ترسيب إبتدائى وحمأة منشطة	—	٦ر٠٠	١٩ر٣	٧٢ر٥	—
ترسيب ابتدائى وحمأة منشطة					
حمأة من أحواض الترسيب إبتدائى	٦٩٠٠٠	٢٩ر٢٥	٩٢ر٠٠	٩٦ر٠٠	١ر٠٢
حمأة مخمرة بأحواض خاصة	٢٧٠٠٠	١١ر٦٧	٣٦ر٠٠	٩٤ر٠٠	١ر٠٣
حمأة مخمرة ومجففة بأحواض تجفيف رملية	—	١ر٧٥	١٨ر٠٠	٦٠ر٠٠	—
حمأة مخمرة ومجففة ميكانيكيا	—	٣ر٥	١١ر٧	٨٠ر٠٠	٠ر٩٥
حمأة منشطة :					
حمأة سائلة	١٩٤٠٠٠	٧٥ر٠٠	٢٥٨ر٠٠	٩٨ر٥	١ر٠٠٥
مجففة ميكانيكيا	—	٥ر٦٢	١٩ر٠٠	٨٠ر٠٠	٠ر٩٥
مجففة ميكانيكيا مع استخدام حرارة عالية	—	١ر١٧	٣ر٠٠	٤٠ر٠٠	١ر٢٥

وهـــذا الجدول محسوب على أساس ١٠٠ جالون / للشخص / اليوم ، ٣٠٠ جزء / المليون مواد صلبة عالقة بمياه المجارى .

ومن الجدول يتضح أن أقل كمية حمأة سائلة نحصل عليها هى الناتجة من أحواض الترسيب التى تعقب مرشحات الزلط إذ تبلغ ٧٤٥ جالون / مليون جالون من مياه المجارى بينما أكبر كمية لها هى الناتجة من أحواض الترسيب التى تعقب عمليات التهوية بالحمأة المنشطة إذ تبلغ كميتها ١٩٤٠٠ جالون / مليون جالون من مياه المجارى أى حوالى ٢٦ مثلا لذا يجب تركيزها بأحواض تركيز حمأة قبل معالجتها أو التخلص منها ، أو إعادة الفائض منها (بعد المعاد إلى أحواض التهوية) إلى أحواض الترسيب الابتدائية .

والجدول التالى يوضح تأثير تخمير الحمأة على قيمتها السمادية :

التحاليل	النسبة المئوية			ملحوظات
	حمأة عادية	حمأة مخمرة جزئيا	حمأة تامة التخمير	
جملة النتروجين	٤٫٨١	٣٫٩٨	٣٫٥٥	على أساس جاف
نتروجين غير مذاب وغير نشط	١٫١٦	١٫٧١	١٫٨٤	على أساس جاف
أثير	١٥٫١١	٧٫٧٩	٦٫٨٣	على أساس جاف
ألياف خام	٦٫٠١	٥٫٥٥	٥٫٥٠	على أساس جاف
رماد	٢٥٫٧٠	٣٧٫٩٠	٤٢٫٦٢	على أساس جاف
النسبة الكلية للنتروجين الغير نشط وغير ذائب	٢٤٫٠٠	٤٣٫٠٠	٥٢٫٠٠	

ومن الجدول يتضح أن كمية النيتروجين تقل بالحمأة كلما زادت عملية تخميرها فهو يبلغ أدناه بالحمأة المخمرة جيداً — ولا يدل ذلك على ضرورة زيادة قدرة الحمأة الغير مخمرة على التسميد عن الحمأة المخمرة بسبب زيادة كمية

النيتروجين بها إذ أثبتت بعض التجارب على فاعلية الحمأة المخمرة على التسميد أكثر من الحمأة العادية .

الغرض من تجفيف الحمأة هو تقليل حجمها وسهولة نقلها والتخلص منها بطريقة صحية وتوجد عدة طرق لتجفيف الحمأة والتخلص منها وهى :

١ — دفن الحمأة .
٢ — التخلص منها بالبحار .
٣ — حرقها .
٤ — تجفيفها على الرمال
٥ — تجفيفها بطريقة التفريغ
٦ — تخمير الحمأة جزئيا أو كليا ثم تجفيفها بأحواض التجفيف .
٧ — تخفيف الحمأة آليا .

كمية المياه بالحمأة السائلة كبيرة وهى تتراوح بين ٩٠، ٩٨٫٥ ٪ لذا فمن أهم عوامل تجفيف الحمأة هو التخلص إلى أقصى حد من المياه المزوجة بها سواء بالتسرب فى باطن الأرض أو بتبخيرها بحرارة الشمس أو بالتسخين ، وأول ما فكر فى طريقة للتخلص منها كان بدفنها .

١ — دفن الحمأة :

تدفن الحمأة فى حفر بعمق متر إلى متر ونصف تقريبا وتنشر بها الحمأة بسمك بسيط يسمح بسرعة جفافها قبل أن يتوالد عليها الذباب وتنتشر منها الرائحة الكريهة وبمجرد جفافها تغطى بطبقة من الأتربة النظيفة أو الرمال ثم ينشر فوقها بعد ذلك طبقة أخرى من الحمأة وتعامل بنفس المعاملة ، وعند ما تمتلىء الحفر ينقل الدفن إلى حفر تنشأ بمنطقة أخرى وهكذا — من ذلك يتضح أن الأمر يحتاج مع مر الزمن إلى مساحات شاسعة لهذه الحفر —

ويمكن تقليل هذه المساحة بزراعة منطقة الحفر (التى يتم ملئها بعد تمام جفاف الحمأة) بشرط أن تكون المزروعات من الأنواع التى تدخل النار قبل تناولها وبعد حصاد الزرع تحفر المنطقة من جديد استعدادا لاستقبال دفن حمأة جديدة بها . ورغم ذلك فما زالت المساحة اللازمة لهذه الحفر شاسعة ، وهذه الطريقة غير صحيحة وغير عملية ولذا أصبحت نادرة الاستخدام .

٢ — التخلص من الحمأة بالبحار :

فى كثير من المدن الساحلية وبعض المدن الداخلية ذات الطقس البارد والغير متيسر تسويق الحمأة الجافة للمزارعين يتم التخلص من الحمأة السائلة بدفنها فى البحار على بعد حوالى ٥٠ كيلو متر من الشاطىء وفى مكان عميق الغور وذلك بنقلها فى سفن خاصة ، ولتقليل كمية ما ينقل من الحمأة يعمل أولا على تخميرها ليقل حجمها وبذلك تقل تكاليف نقلها ، وهذه الطريقة مستخدمة فى كثير من المدن كلوس انجلوس ومانشستر وغيرها .

٣ — التخلص من الحمأة بحرقها :

بعد أن تجف الحمأة بطريقة أو أخرى تحرق فى أفران خاصة وتستعمل الحرارة الناتجة من حرقها لأغراض التسخين المختلفة بالموقع — وتحتوى الحمأة الجافة العادية على حوالى ١٢٠٠٠ وحدة حرارية انجليزية للقدم المكعب ويهبط مقدارها لحوالى النصف للحمأة المنشطة الجافة أو الحمأة سابقة التخمير .

وهذه الطريقة ما زالت مستخدمة ولكن على مقياس ضيق .

٤ — تجفيف الحمأة السائلة على الرمال :

لما كان الغرض من تجفيف الحمأة هو التخلص مما بها من ماء ، ولما

كانت أرخص طرق التجفيف هو الاستعانة بالطبيعة وذلك بتسرب جزء من هذا الماء بباطن الأرض وبتبخر جزء آخر منه بفعل حرارة الشمس لذا استخدمت هذه الطريقة فى البلاد التى يتوفر بها الدفء اللازم لهذه العملية وتقل بها الأمطار — وتتلخص هذه الطريقة فى الآتى :

تنشأ الأحواض فى الأرض الرملية بعمق يسمح بنشر الحمأة بها بعمق متر وبمسطح حوالى ١٠ × ٢٠ متر وبعدد كاف لاستيعاب الحمأة السائلة المستخرجة من أحواض الترسيب (الابتدائية والنهائية أومن أحواض تخمير الحمأة) لبضعة أيام ، وتنشر بها الحمأة المستخرجة يوميا بالعدد اللازم لها من الأحواض وفى اليوم التالى بعدد آخر منها وهكذا ، وعند جفاف الحمأة بالأحواض الأولى تجمع منها لتستعد لاستقبال حمأة جديدة وتستمر العملية على هذا النمط .

ولطول المدة اللازمة لجفاف الحمأة السائلة بعمق متر خفض هذا العمق إلى ما لا يزيد عن ١٠ سم ليتم الجفاف فى وقت أقصر .

أما فى الأراضى الطينية أو الصخرية فتنشأ طبقة رملية بقاع الحوض يتراوح سمكها بين ٢٥ إلى ٥٠ سم لتتسرب مياه الحمأة السائلة من خلالها إلى طبقة أسفلها من الزلط الرفيع بسمك حوالى ٣٠ سم موضوع فى منتصفها مواسير من الفخار أو أى نوع مناسب آخر من المواسير على ألا تلحم رؤوس هذه المواسير ، وترص فى خطوط تنحدر جميعها إلى مجرى خارج الحوض وهذه المجرى ممتدة لخدمة عدد من الأحواض وتنتهى ببيارة تجمع بها المياه المرشحة من حمأة الأحواض التى تخدمها ، ولما كانت هذه المياه على درجة عالية من التلوث ، لذا ترفع إلى أحواض الترسيب الابتدائية لإعادة معالجتها .

وتشون الحمأة الجافة المستخرجة من هذه الأحواض فى أكوام ، ويترك كل كوم ٤٥ يوما على الأقل من تاريخ تشوينه قبل التصرف فى بيعه للمزارعين

وهذه المدة لازمة للقضاء على كثير من الجراثيم الممرضة وبالأخص بويضات الأسكارس — إذ بهذا التشويين وخلال هذه الفترة ترتفع حرارة السماد بالأكوام وتصل لحوالى ٧٠° بفعل حرارة الجو والرطوبة الموجودة بالسماد ، وهذه الدرجة كفيلة للقضاء على كثير من الميكروبات .

وما زالت هذه الطريقة مستخدمة (فى الأقطار ذات الجو المعتدل أو الحار) لنشر الحمأة السائلة المستخرجة من أحواض الترسيب مباشرة أو بعد معالجتها بأحواض تخمير الحمأة .

ومن مساوىء هذه الطريقة توالد الذباب (على الحمأة الغير مخمرة) بهذه الأحواض بكثرة مريعة خصوصا فى فصلى الربيع والخريف .

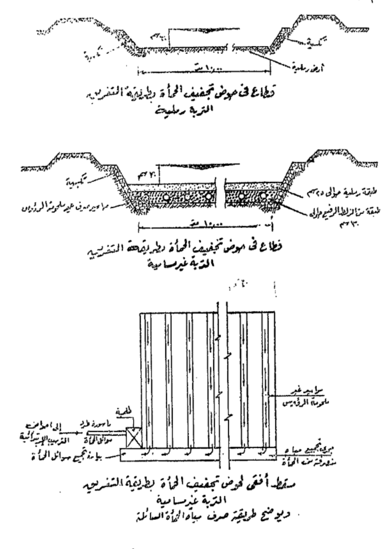
٥ — تجفيف الحمأة بأحواض التخريق :

إن استخدام طريقة تجفيف الحمأة السائلة على الرمال فى البلاد معتدلة المناخ أو الحارة طريقة مثالية واقتصادية وعيبها الوحيد وهو جسيم أنها موئلا خصبا لتوالد الذباب — فقد وصل الحال فى الجبل الأصفر أن انتشر الذباب به بكثرة مروعة وأصبحت مجموعاته تطير فيما يشبه السحب مما كان مصدرا خطيرا على الصحة العامة وسبب مضايقة بالغة تثير الأعصاب — وقد حدا هذا الأمر بالمسئولين أن يبحثوا عن طريقة للقضاء عليه أو التقليل منه لحد محتمل مع مراعاة عدم الإضرار بالقيمة السمادية للحمأة الجافة ليتيسر التخلص منها ببيعها للمزارعين ، وعدم تكبد تكاليف مغالى فيها — وفى سبيل ذلك جندوا الباحثين من داخل الجمهورية وخارجها واستمرت بحوثهم لسنوات عديدة توصلوا فيها إلى طرق ولكنها كانت إما خيالية التكاليف أو غير عملية والبعض منها كان يثير الضحك .

وفى أوائل الأربعينيات بدأ المؤلف والسيد كيمائى مصلحة المجارى ومعاونة

السيد مديرها العام فى ذلك الوقت فى بحث الموضوع ، وتوصلا فى خلال عامين على الأكثر إلى حل مستوف لما هو مطلوب من اشتراطات ويتلخص فى الآتى :

إنشاء أحواض بعمق حوالى ٣٠ سم مبطن جوانبها ببلاطات أسمنتية أو ما يماثلها وقاع الحوض إن كان رمليا ترك كما هو فإن كانت تربته طينية أو صخرية استحدثت به طبقة للترشيح بنفس الطريقة السابق شرحها لأحواض التجفيف على الرمال ، ومسطح الحوض حوالى ١٠ × ٢٠ متر كما هو موضح بالشكل رقم (١١٤) وتنشر الحمأة به بالطريقة الموضحة بعد .



شكل رقم (١١٤)

• تنشر الحمأة (المستخرجة فى يوم من أحواض المعالجة) بسمك ٥ سم فى عدد من الأحواض ولنفرض أن عددها ١٠٠ حوض وليرمز لها بالرقم (١)

• تنشر حمأة اليوم التالى بنفس السمك ولنفرض أنها أحتاجت لنفس عدد الأحواض وليرمز لها بالرقم (٢) وهكذا اليوم الثالث وليرمز لأحواضها بالرقم (٣) وبالمثل فى اليوم الرابع ويرمز لأحواضها بالرقم (٤).

بعد أربعة أيام نجد أن الحمأة فى أحواض (١) قد جفت وأصبح سمكها مليمترات قليلة وظهر بها عدد لا يحصى من ديدان الذباب ، فينشر فوقها فى اليوم الخامس حمأة سائلة بسمك ٥ سم فيغرق كل ما توالد بها من ديدان الذباب إذ لا تجد مفرا للهرب ، لجوانب الحوض مكساة ، وفى اليوم السادس تنشر الحمأة السائلة بنفس السمك فوق الحمأة الجافة لأحواض (٢) فتغرق بالمثل ديدان الذباب التى توالدت بها ، وبالمثل تنشر الحمأة السائلة لليوم السابع فوق الحمأة الجافة لأحواض (٣) والثامن تنشر حمأته السائلة فوق الحمأة الجافة لأحواض (٤) .

وفى اليوم التاسع تعاد الكرة فتنشر بأحواض (١) وهكذا تتكرر نفس العملية بنشر الحمأة فى كل حوض بعد كل أربعة أيام — فيتم بذلك القضاء بالتغريق على كل ما يتوالد به من ديدان .

ويراعى إن طفى بعض من الحمأة الجافة بما عليها من ديدان الذباب على سطح الحمأة السائلة بالحوض أن يقوم العمال بتغريقها (بواسطة قضبان خشبية) فى الحمأة السائلة بالحوض .

يستمر العمل بهذه الطريقة حتى تمتلىء الأحواض ولتسمى بالمجموعة (ا) ويستغرق الوقت اللازم لملئها حوالى ثلاثة شهور .

وتظهر ديدان الذباب بالطبقة الأخيرة بالحوض ومطلوب تغريقها ولكن ليس بالحمأة إذا لا يمكن للعملية أن تستمر إلى مالا نهاية فوجد أن أفضل

طريقة اقتصادية هو تغطية هذه الطبقة بعد جفافها (أى بعد أربعة أيام من نشر الحمأة السائلة) بطبقة نظيفة من الرمال بأقل سمك منه يلزم لتغطيتها (لعدم تقليل القيمة السمادية للحمأة الجافة) ويكتفى بسمك حوالى ٢ سم ثم يتم بعد ذلك تغريقها بمياه مرسبة نحصل عليها من السيب الخارج من أحواض الترسيب الابتدائية فى حالة التنقية الجزئية أو من أحواض الترسيب النهائية فى حالة التنقية الكلية فتغرق بذلك جميع الديدان المتولدة ، وعند جفاف طبقة المياه لا يرى على سطح الحوض سوى رمال نظيفة لا يبيض عليها الذباب .

• يبدأ فى نشر الحمأة فى مجموعة أخرى من الأحواض (ب) بنفس الطريقة.

• تترك المجموعة (ا) لمدة شهر لتجف ما بها من الحمأة .

• يبدأ فى أول الشهر التالى فى تقليب الحمأة بالمجموعة (ا) لتعريض محتوياتها للجو وتترك معرضة لتزيد درجة جفافها .

• فى الشهر الثالث يبدأ رفع السماد من هذه المجموعة وتشون فى أكوام ، كما يتم خلال هذا الشهر كل ما يلزم هذه الأحواض من نظافة وترميم وفتح مسام قاعها .

وفى حالة وجود طبقة مستحدثة للترشيح بالحوض يكشف عليها وعلى سمك كل من طبقتى الرمل والزلط لاستكمال أى نقص بهما وتنظيف ما يستدعى الأمر نظافته كما يتم الكشف على مواسير الترشيح وإجراء ما قد يلزم لها من صيانة — مع تسوية قاع الأحواض .

وبالإجمال إعادة الحالة بالأحواض إلى ما كانت عليه حتى تكون مستعدة لاستقبال الحمأة السائلة — ويتداول العمل كل ثلاثة شهور بين المجموعتين ا ، ب.

وبهذه الطريقة نقضى تماما على توالد الذباب بأحواض التجفيف وسميت بالتغريق نظرا لتغريق ديدان الذباب بها .

وفى نفس الوقت فهذه الأحواض استوفت جميع الشروط المطلوبة والسابق التنويه عنها .

وتفيد التقارير المحررة بهذا الخصوص أنه باستعمال هذه الطريقة قضى تماما على توالد الذباب بالجبل الأصفر وأصبحت المنطقة فى نظافتها تضارع أنظف الأحياء بالقاهرة .

ويكفى مدة ١٥ يوما لتشوين الحمأة الجافة من أحواض التغريق للقضاء على الجراثيم الضارة ومنها الإسكارس .

ومن فوائد هذه الطريقة علاوة على القضاء على توالد الذباب الآتى : —

١ — ببقاء الحمأة بأحواض التغريق مدة تتراوح بين ثلاثة وستة أشهر يتم تخميرها جزئيا فتقل بذلك رائحتها كما يقل حجمها حوالى ٢٥٪ على الأقل .

٢ — تقل تكاليف نقل السماد لقلة حجمه وهذا عامل هام لتسويقه .

٣ — السماد الناتج من هذه الأحواض أفيد للزراعة لقلة المواد الدهنية به نتيجة لتخميره فيتغذى به النبات فى مدة أقصر بكثير مما لو وجدت به المواد الدهنية — كما أن خلو السماد من المواد الدهنية يفيد الزراعة إذ يحفظ مسام التربة من الانسداد ولا يمنع تهويتها .

٤ — رغم أن كمية الأزوت بالسماد الناتج من أحواض التغريق أقل من كميته بالسماد الناتج من سماد الأحواض العادية، إلا أن كمية الأزوت الجاهزة به أكثر مما يفيد الزراعة .

٥ — يحتاج تشوينه لمساحة أقل لقلة حجمه ولقصر المدة اللازمة لتشوينه قبل التخلص منه إذ تبلغ ١٥ يوما فقط بدلا من ٤٥ يوما اللازمة لتشوين السماد المستخرج من أحواض التجفيف العادية .

وينصح باستخدام طريقة تجفيف الحمأة بالتغريق فى البلدان المعتدلة المناخ أو الحارة قليلة الأمطار ، وذلك دون ما حاجة إلى معالجتها بأحواض تخمير خاصة بها قبل تجفيفها ، فقد أثبتت صلاحيتها من الناحيتين الصحية والفنية علاوة على رخص تكاليف إنشائها وتشغيلها وصيانتها وجودة ما يستخرج منها من سماد . مع مراعاة إنشائها بعيداً عن العمران لعدم التأذى من الرائحة .

٦ - تخمير الحمأة جزئيا أو كليا :

كانت الحمأة السائلة بأحد المدن الساحلية تنقل كالمعتاد للتخلص منها أولا بأول بدفنها بالبحار — وقد تعطلت عملية النقل لبضعة أيام لأسباب طارئة فاضطر إلى تخزينها بأحواض مكشوفة للجو ، وقد وجد أن حجمها نتيجة لهذا التخزين قد نقص لدرجة ملحوظة ، فعمد بعد ذلك إلى تخزينها بغرض تقليل حجمها وبالتبعية تقليل تكاليف نقلها . . . وقد تدرجت البحوث ووجد أن الحمأة السائلة لو خزنت بأحواض مقفلة زاد النقص فى حجمها ، وأن رفع درجة حرارتها يعجل ويزيد فى كمية هذا النقص ، كما وجد أنه برفع درجة حرارتها إلى ٥٢ مئوية تتخلص الحمأة تماما من جميع ما بها من ميكروبات .

والحمأة السائلة بعد معالجتها بأحواض التخمير يقل الوقت اللازم لجفافها بأحواض التجفيف ، وإن جففت ميكانيكيا قلت تكاليف تجفيفها عما لو كانت غير مخمرة .

وتخمر الحمأة السائلة إما كليا أو جزئيا وبأحواض مكشوفة أو مسقوفة .

فالحمأة السائلة بأحواض الترسيب ذات الطابقين تخمر وتحلل فى الطابق الأسفل من الحوض ، كما تخمر الحمأة فى خزانات التحليل ، وفى أحواض تركيز الحمأة ، وتخزن الحمأة السائلة فى خزانات مفتوحة أو مقفلة لعدة أيام بغرض تخميرها وتحللها بالبكتريا اللاهوائية :

ويتم التخمير الكلى فى أحواض مقفلة فتتحلل المواد العضوية بالحمأة السائلة

وتتصاعد منها الغازات وأغلبها من غاز الميثان — وقد وجد أن البكتريا تتكاثر عند درجة حرارة مناسبة لها وهى حوالى ٣٠ مئوية — ويتم التخمير كالآتى :

١ — بدون تسخين والمدة اللازمة حوالى ثلاثة شهور تقل فى المناطق مرتفعة الحرارة .

٢ — برفع درجة الحرارة إلى ٣٢ مئوية أو ٥٢ مئوية وفى كلا الحالتين فمدة البقاء اللازمة حوالى ٣٠ يوما .

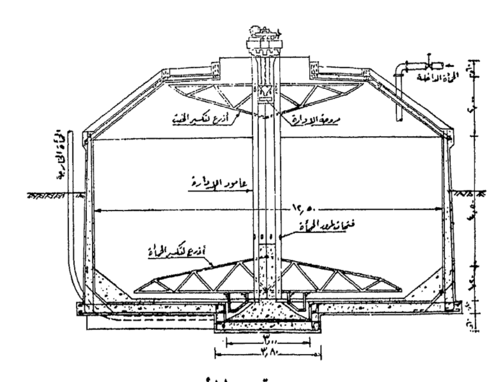
ويلزم تقليب الحماة السائلة بأحواض تخمير الحمأة حتى لا ترسب بقاعه ، وأيضا لتكسير الخبث الدهنى العائم بسطح الحوض وخلطه بالحمأة السائلة ويراعى عند بدء تشغيل الحوض بقاء الحمأة السائلة به المدة اللازمة ، ثم بعد ذلك يسحب منها يوميا كمية توازى الكمية الجديدة الداخلة — ونتيجة لعملية التخمير يتصاعد من المواد العضوية الغازات الآتية .

٦٠ إلى ٧٠ ٪ غاز الميثان .
٢٥ « ٣٠ ٪ غاز ثانى أكسيد الكربون .
٥ ٪ غازات أخرى .

ومعظم أحواض التخمير عبارة عن أحواض مستديرة بها قاع هرمى وتنشأ من الخرسانة المسلحة ، ويجب أن تكون حوائطها مانعة لتسرب الحرارة للخارج وأسقفها إما ثابتة أو متحركة وغالبية أسقف الأحواض الكبيرة متحركة ومصنوعة من الصلب بينما أسقف الأحواض الصغيرة ثابتة ومنشأة من الخرسانة ، ومن أهم مزايا السقف المتحرك الآتى :

١ — سهولة التشغيل .
٢ — الأمان ضد الانفجار لعدم إمكان الهواء الدخول للخزان .
٣ — السماح بتخزين الغاز بين سقف الحوض ومحتوياته .

ولإثارة المواد العالقة والطافية بحوض التخمير كان يستخدم عامود رأسى بالحوض مركب بأعلاه (عند منسوب سطح الحمأة السائلة بالحوض) وبأسفله (قرب قاع الحوض) أذرع كما هو موضح بالشكل رقم (١١٥) وبدوران العامود وأذرعه يتم التقليب المستمر ، ويدار العامود بمحرك كهربائى يثبت بسقف الحوض . غير أن هذه الطريقة نجم عنها متاعب كثيرة من أهمها تآكل الأذرع والعامود وتوقفهما أحيانا بفعل ما يتراكم على العامود من رواسب ، ولإصلاح العطب يستلزم إيقاف الحوض وتفريغه — ولتلافى هذا العيب ، يتم الآن تقليب محتويات حوض التخمير باستمرار سحب الحمأة منه وإعادتها إليه بطلمبة ماصة كابسة صغيرة مركبة بجوار الخزان من الخارج ويمكن تركيب طلمبة بجوارها احتياطية ولإجراء أى إصلاح بالطلمبة لا يستدعى إيقاف تشغيل الحوض .



حوض تخمير الحمأة

شكل رقم (١١٥)

ويتصاعد غاز الميثان إلى أعلا الحوض ويسحب منه إلى خزان الغاز وهو ذو سقف متحرك محكم يمنع خروج الغاز منه — ويؤخذ من الخزان ما يلزم لإدارة الموتورات المختلفة بالموقع — وفى الحرب العالمية الماضية استخدم غاز الميثان بدلا من البترول لإدارة السيارات .

ونحصل من كل لتر من الحمأة السائلة على كمية من غاز الميثان تتراوح بين ٥ ، ٢٠ لتر / اليوم وهى تتوقف على درجة حرارة التخمير وجودته ، ولإدارة ماكينات قدرتها ١٠ حصان يلزم حوالى ٧٠ م^{٣} من غاز الميثان ، والقيمة الحرارية للغاز تتراوح بين ٦٠٠ ، ١٠٠٠ وحدة حرارية إنجليزية / للقدم المكعب ، والرقم الإيدروجينى للحمأة السائلة الداخلة للحوض هو ٧ أو أكبر قليلا فإن قل الرقم عن ذلك دل على أنها فى حالة تعفن — وأفضل رقم لمحتويات حوض التخمير هو ما تراوح بين ٧ ، ٦ر٧ ويمكن حفظه فى هذه الحدود بضبط التغذية والسحب من الحوض فإن قل الرقم عن ٧ أبطأت عملية التخمير وساءت رائحة الحمأة السائلة وصعب تجفيفها بأحواض التجفيف ، ولإصلاح ذلك يضاف كمية من الجير إلى الحمأة السائلة لتغيير حالتها من حمضية إلى قلوية ويجب إضافة الجير بكميات قليلة وعلى عدة دفعات إذ أن إضافته دفعة واحدة أو بكمية كبيرة يضر بتشغيل الحوض ويجوز إضافة حوالى ٣ جزء / المليون من الكربون المنشط إلى الحمأة السائلة عند دخولها الحوض ليساعد على جودة التخمير وزيادة إنتاج الغاز ورفع درجة الحرارة وتحسين عملية التجفيف .

ومن الملاحظ أن الرقم الإيدروجينى يختلف اختلافا بينا فى الارتفاعات المختلفة من الحوض الذى لا يتم تقليب محتوياته جيدا — ولذا يجب العناية بتقليب الحمأة السائلة بالحوض وحفظ باستمرار كل من درجة حرارتها ومدة بقائها اللازمين للحصول على درجة جيدة من التخمير .

ويمكن معرفة الخلل فى تشغيل الحوض من الآتى :

١ — ضعف أو عدم تصاعد غاز الميثان .

٢ — الرائحة الكريهة للحمأة السائلة المستخرجة منه يوميا .

٣ — فوران محتويات الحوض وطفح الحمأة السائلة منه بسبب زيادة حجمها .

ويجب إن ظهرت أى من هذه المؤشرات العمل فورا على معالجة أسباب الخلل وإلا اضطر إلى تفريغ الحوض وبدء تشغيله من جديد .

وأحواض التخمير تستدعى ملاحظة ودقة بالغة فى تشغيلها وإلا أعطت نتائج عكسية .

والحمأة المخمرة رمادية اللون ورائحتها تشبه رائحة القطران ويسهل تجفيفها فإذا وضعت على لوح منبسط من السيراميك انفصلت عنها المياه .

ومتوسط تحليلها بعد جفافها كالآتى :

٠ر١٥	حامض فسفوريك
١ر١١	فوسفات الجير
١ر٢٧	أزوت
٠ر١٣	بوتاس
٦٤ر٢٨	ماء

والحمأة السائلة الخارجة من أحواض التخمير بتجفيفها بأحواض التجفيف العادية أو أحواض التفريق تحتاج فى البلاد باردة الطقس إلى نصف المدة اللازمة لتجفيفها فى حالة عدم تخميرها أما المدة اللازمة لتجفيفها بالمدن معتدلة الطقس فتقل قليلا جدا عن الحمأة السائلة الغير مخمرة .

من ذلك يتضح مدى أهمية أحواض التخمير فى تقصير مدة التجفيف فى المناطق باردة الطقس ، وقد أجريت تجربة فى أحد المدن باردة الطقس فاحتاج

لتجفيف حمأة سائلة مخمرة نشرت بأحواض التجفيف بسمك حوالى ٢٥ سم إلى ١٤ يوما فقط بدلا من ٣٠ يوما لحمأة غير مخمرة .

والحمأة المخمرة كما سبق أن ذكرنا غير كريهة الرائحة وسمادها أفيد للزراعة من السماد الناتج من الحمأة الغير مخمرة، وحجمه أقل وبالتبعية تكاليف نقله أقل، كما أنه ينتج من تخمير الحمأة السائلة غاز الميثان الذى يستخدم كوقود للحصول على القوى المحركة — غير أن تكاليف إنشاء أحواض التخمير وما تحتاجه من دقة فى التشغيل والصيانة ما يجعلنا رغم مزايا التخمير النصح بعدم استخدام أحواض تخمير الحمأة واستخدام طريقة تجفيف الحمأة السائلة بأحواض التجفيف بطريق التغريق مباشرة طالما كان الجو معتدلا أو حاراً وكانت المضايقة من رائحة الحمأة ليس له أهمية كبيرة .

٧ — تجفيف الحمأة آليا :

يصعب تجفيف الحمأة حتى بعد تخميرها فى البلاد الممطرة أو ذات الجو البارد إذ تحتاج إلى مدة طويلة لتجفيفها — لذا أنشأت بعض البلديات أحواض التجفيف داخل عنابر مقفلة ، وقد ترفع درجة الحرارة بهذه العنابر الشاسعة المساحة ، وهذه الطريقة غير عملية مجافية لأبسط قواعد الاقتصاد لذا فلا يلجأ إليها إلا نادرا جداً فى العمليات الصغرى — والبديل لذلك والعملى أكثر هو تجفيف الحمأة آليا وهى أعلا درجات المحافظة على الصحة العامة إذ تنقل الحمأة السائلة من أحواض الترسيب إلى أحواض التخمير إلى التجفيف الآلى داخل مواسير مقفلة دون رؤية الحمأة إطلاقا أو تعرضها الجو ، وبعد التجفيف الآلى تخرج حمأة جافة معبأة فى شكاير لبيعها للمزارعين لاستعمالها فى تسميد أراضيهم .

غير أنه للارتفاع الزائد فى تكاليف طريقة التجفيف الآلى لذا فهى لم تستعمل إلا فى حيز ضيق جداً بالعالم .

ونبين فيما يلى بعض طرق التجفيف لى الآ :

كبس الحمأة وإنتاجها فى شكل قوالب :

تكبس الحمأة السائلة فى شكل قوالب، وتستعمل المرسبات الكيمائية كالجير فيضاف إليها بنسبة ٣ إلى ٥ ٪ لتسهيل عملية الكبس والتى تبلغ ٦٠ رطلا على البوصة المربعة، ويستعمل قماش الجوت للترشيح .

والمكبس عبارة عن عدة أقراص مجوفة حافتها سميكة وتربط الأقراص مع بعضها البعض ويوضع بين الأقراص قماش ، وتدخل الحمأة السائلة من ثقب دائرى يثقب فى مستوى واحد بأحد جوانب جميع الأقراص وبذا يكون أشبه بماسورة مارة بها، وتخرج الماء من ثقب دائرى بجانب آخر من الأقراص مثقوب فيها بنفس الطريقة ، وتضغط الحمأة السائلة بواسطة طلمبة ضغط أو بالهواء المضغوط فى داخل الأقراص وأى فى الثقب المعـــد لاستقبال الحمأة الداخلة ويخرج الماء من القماش إلى الثقب الآخر ، وعندما يتم تصفية الماء تفك الأقراص وتستخرج قوالب الحمأة المكبوسة وتباع للمزارعين لاستخدامها فى تسميد أراضيهم أو تستعمل كوقود — وتكاليف العملية يزيد كثيرا عن عملية التجفيف بأحواض التجفيف — وهذه الطريقة قد أبطل استعمالها .

تجفيف الحمأة السائلة بالطرد المركزى:

وهى تتم بواسطة قوة الطرد المركزية بسرعة ٧٥٠ لفة / الدقيقة فينفصل الماء عن الحمأة السائلة فى مدة وجيزة حوالى ٣ دقائق وتنخفض نسبة المـاء بها إلى حوالى ٧٠ ٪ ولا تعتبر هذه الحمـأة تامة الجفاف ، لذا فهى تشون حتى يتم جفافها وهذه الطريقة قد أبطل استعمالها .

تجفيف الحمأة بتفريغ الهواء والترشيح:

تعتمد هذه الطريقة على خلخلة الهواء وبذا تنفصل نسبة كبيرة من المـاء عن المواد الصلبة التى تلتصق على قماش معد لذلك .

ومن أهم العوامل لنجاح التجفيف بهذه الطريقة هو تجميع ذرات الرواسب مع بعضها البعض لتكون جسيمات كبيرة الحجم نوعا ، وبتخفيض الرقم الأيدروجينى من ٤ر٧ إلى ٤ر٣ بإضافة حامض الكبريتيك يزيد مقدار ترشيح الحمأة إلى خمسة أمثال الكمية العادية — فإن عولجت الحمأة بكبريتات الألمنيوم ثم بعد ذلك بحامض الكبريتيك (لنحصل على رقم أيدروجينى لها حوالى ٤ر٤) لزاد معدل الترشيح إلى ثمانى أمثال — وهناك عدة عوامل تؤثر على درجة ترشيح الحمأة السائلة منها .

١ — نوع وكمية الحمأة المراد ترشيحها .

٢ — خواصها الطبيعية والكيمائية .

٣ — نوع وكمية المادة الكيمائية المستخدمة لتجميع الرواسب .

ويسهل ترشيح الحمأة المخمرة مع الحصول منها على حمأة جافة تقل نسبة المياه بها عما لو كانت الحمأة غير مخمرة .

وتلعب خواص الحمأة الطبيعية والكيميائية دورا هاما فى ترشيح الحمأة السائلة . فدرجة تركيز المواد الصلبة بها ودرجة حرارتها وكمية مركبات النشادر بها لها دور هام فى الترشيح الجيد . فزيادة كمية الرواسب بالحمأة السائلة وارتفاع درجة حرارتها تساعد عملية الترشيح .

وترشح وتجفف الحمأة العادية من أحواض الترسيب كما ترشح وتجفف الحمأة المخمرة ، فقط يشترط أن تكون حديثة قدر الإمكان وغير متعفنة حتى لا ينتج منها الروائح الكريهة ولكى لا يحتاج الأمر إلى كمية كبيرة من الكيماويات لتكوين الجسيمات — من أجل ذلك تسحب الحمأة السائلة من أحواض الترسيب على فترات متقاربة فى حالة معالجة حمأتها مباشرة بالترشيح دون سابق معالجتها بأحواض التخمير ، ويستحسن أن يضاف إليها كمية من الكلور لمنع تعفنها .

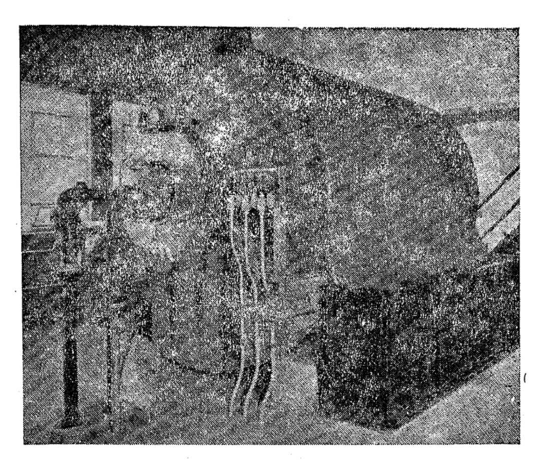
الطريقة :

وجهاز تجفيف الحمأة السائلة بتفريغ الهواء كما فى شكل (١١٦) عبارة عن أسطوانة كبيرة يصل قطرها إلى ثلاثة أمتار ومغطاة بطبقة من القماش يشبه اللباد والشكل (١١٧) قطاع بهذا الجهاز .

وتدور الأسطوانة أفقيا وجزءها السفلى مغمور فى حوض الحمأة السائلة والمضاف إليه المروب مثل كلورور الحديد وكبريتات الألمنيوم (الشبه) وبخلخلة الهواء داخل الاسطوانة وبتأثير المروبات تلتصق الحمأة بالجزء الخارجى منها الملاصق للحوض فيمتص الماء من الحمأة وينفذ لداخل الاسطوانة بينما تحتجز المواد الصلبة على السطح الخارجى للقماش وبسمك حوالى ٦ مم وبدوران الاسطوانة يرتفع الجزء الأسفل منها والمحمل بالحمأة المجففة تدريجيا إلى الأعلا مارا بحافة حادة تزيل هذه الحمأة الجافة الملتصقة بالقماش ، وتستمر العملية باستمرار دوران الأسطوانة — وتتراوح كمية الحمأة الجافة بين ٦ ، ١٢ رطل للقدم المربع / الساعة من سطح الاسطوانة — وتنقل الحمأة المجففة إلى أفران درجة الحرارة بها تتراوح بين ٨٠٠ ، ١٠٠٠° مئوية لإتمام تجفيفها لدرجة تصبح نسبة الرطوبة بها حوالى ٣٠ ٪ .

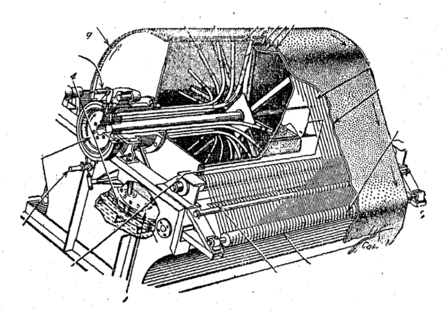
تطحن الحمأة الجافة بعد ذلك وتعبأ فى أكياس وتباع سمادا للمزارعين . وهذه الطريقة كثيرة التكاليف ولذا فهى غير شائعة الاستعمال .

من ذلك يتضح أن أوفر طرق تجفيف الحمأة هى طريقة التجفيف بأحواض التغريق فهى أقل فى تكاليف إنشائها وكذا فى تكاليف تشغيلها وصيانتها ، ولما كانت البلدان ذات الجو البارد تحتاج الحمأة السائلة إلى مدة طويلة لتجفيفها ، لذا فإن أفضل طريقة لمثل هذه المناطق هو تخمير الحمأة السائلة ثم تجفيفها بأحواض التجفيف العادية وبذا تختصر نصف المدة اللازمة لتجفيفها



جهاز تجفيف الحمأة السائلة بتفريغ الهواء

شكل رقم (١١٦)



شكل رقم (١١٧)

دون سابق تخمير — أما تجفيف الحمأة آليا فرغم أنه من الناحية الصحية مثالى إلا أنه باهظ التكاليف ولا ينصح باستخدامه إلا إذا أملته الضرورة القصوى أو كانت الناحية المالية غير ذات موضوع .

لون ورائحة الحمأة المنشطة السائلة :

يدل لون ورائحة الحمأة المنشطة السائلة عن خصائصها — فما كان منها بلا رائحة أولها رائحة التربة الطفيلية دل ذلك على أنها حمأة من نوع جيد ، كما يدل أيضا على جودتها لونها الرمادى الذهبى — والحمأة ذات اللون الأسود يدل على عدم كفاية التهوية وأنها فى حالة تعفن — ويدل الاختبار الميكروسكوبى على نوع الحمأة فمثلا إن كانت دورة الأزوت بها كاملة قل بها عدد الفلاجلات وندر وجود الأميبا بها .

ويجب اختبار كمية المواد القابلة للرسوب بالحمأة المنشطة مرة فى اليوم على الأقل للعمليات الصغيرة ، أما العمليات الكبيرة فيستحسن اختبار عينة كل ساعة على الأقل نهارا ومن الأفضل لو استمر ذلك ليلا أيضا — وقلة المواد الراسبة تدل على حسن التشغيل وأن الحمأة تسحب على فترات متقاربة وأنها لاتتراكم بالحوض .

اختبارات الحمأة :

تختبر الحمأة عدة اختبارات لعدة أغراض للوقوف على الآتى :

١ — مدى نجاح عملية هضم الحمأة

٢ — نسبة الرطوبة بها قبل وبعد عملية تجفيف الحمأة .

٣ — القيمة السمادية للحمأة والمواد المخصبة للأرض ونسبها .

٤ — خواصها الطبيعية والكيمائية .

وفيما يلى بعض الاختبارات التى تجرى على الحمأة :

١ — الرطوبة :

تبخر عينة من الحمأة فى غرفة درجة حرارتها ١٠٣° مئوية ثم تبرد وتوزن ونسبة ما تفقده العينة من وزن إلى وزنها الأصلى يساوى نسبة الرطوبة .

٢ — المواد الثابتة والمتطايرة :

المتبقى من العينة الجافة بعد تجربة الرطوبة ترفع درجة حرارته بالكهرباء إلى ٦٠٠° مئوية لمدة ساعة — ثم يوزن ما تبقى من رماد وبقسمته على وزن العينة الجافة نحصل على النسبة المئوية للمواد الثابتة فى العينة الجافة .

٣ — درجة تركيز أيون الإيدروجين:

تقدر قيمة الرقم الإيدروجينى بأخذ عينة من الحمأة وتركها لمدة ٣٠ دقيقة فى حالة وجود سائل كاف يمكن تجميعه خلال هذه المـــدة تقدر قيمة الرقم الإيدروجينى لهذا السائل بالطريقة السابق إيضاحها وإلا خففت الحمأة بنسبة ١ : ٥ بمياه مقطرة سابقة التهوية رقمها الإيدروجينى يتراوح بين ٦ر٨ — ٧ر٠ ويترك المخلوط حتى يرسب ما به من مواد وتحدد القيمة الإيدروجينية للسائل .

ويجب إثارة عينة الحمأة أو تهويتها قليلا لمنع فقد ثانى أكسيد الكربون وإلا حصلنا على نتيجة مرتفعا بها قيمة الرقم الإيدروجينى .

٤ — الكثافة النوعية :

يوزن وعاء أو زجاجة ذات فم متسع ثم تملأ بالحمأة وتوزن ثم يوزن نفس الوعاء وهو مملوء بالماء ونسبة وزن الحمأة إلى وزن الماء هو الكثافة النوعية للحمأة .

٥ — قابلية الترسيب للحمأة المنشطة :

يملأ قمع مدرج سعة لتر بالحمأة المنشطة ويدون مقدار الترسيب الذى يتم فى مدد مختلفة ، والمعتاد أن تصل مدة التجربة إلى ٣٠ دقيقة .

٦ — خواص الحمأة:

وتجرى هذه التجربة للحصول على معلومات عن خواص الحمأة المنشطة وهى ذات أهمية لتشغيل عملية التنقية .

وخواص الحمأة — هو حجم الحمأة بالمليمتر التى تحتوى على جرام من المواد الجافة بعد ترسيب السائل الذى تمت تهويته لمده ٣٠ دقيقة .

وتجرى التجربة بوضع لتر من السائل الذى تم تهويته فى حوض التهوية فى مخبار مدرج سعته لتر وترصد كميه المواد التى ترسب بعد ٣٠ دقيقة كما ترصد كذلك كمية المواد العالقة بالعينة .

ويمكن حساب خواص الحمأة من المعادلة الآتية :

$$\text{خواص الحمأة} = \frac{\text{النسبة المئوية للمواد الراسبة بالحمأة}}{\text{المواد العالقة / جزء فى المليون}}$$

٧ — الشحوم :

ويمكن تحديدها بنفس الطريقة المستخدمة لتحديد الشحوم بمياه المجارى — وذلك إما باستخلاص الشحوم بعد ١٢ إلى ١٦ ساعة أو تحميض الحماة بحامض الهيدروكلور ، وتبخير المياه ثم استخلاص الشحم .

٨ — مكونات الحمأة السمادية وقيمتها :

تقدر القيمة السمادية للحمأة بكمية الأزوت والفسفور والبوتاس ، وقيمة الحمأة السمادية تتوقف على مدى الاستفادة بما بها من مواد تفيد تسميد الأرض لزيادة محصولها ، وعلى خلوها من المواد التى تضر بتربة الأرض والزراعة وعلى مدى انخفاض محتوياتها المائية لتقليل تكاليف النقل .

وأهم ما يجب أن يحتويه السماد هو الأزوت فمركباته تتحول إلى مركبات الأمنيوم السائلة وهو مفيد لتسميد البرسيم ويليه فى الأهمية الفسفور وهو يعجل بنمو المزروعات ويزيد فى سرعة نمو جذورها ومقاومتها للآفات .
والبوتاس يفيد التربة ويسهل إنتاج قصب السكر ويزيد من مقاومة المحاصيل للآفات.

وأحسن أنواع الحمأة للتسميد نوضحها فيما يلى حسب أولويتها :

١ — الحمأة المنشطة غير المخمرة - ومحتوياتها من الأزوت (على أساس جاف) غالباً مايتراوح بين ٤ ، ٦ ٪ والفسفور ويتراوح بين ٢ ، ٣ ٪

٢ — الحمأة الناتجة من خلط الحمأة المستخرجة من أحواض الترسيب الابتدائية مع الحمأة المنشطة ، وكلما زادت نسبة الحمأة المنشطة بهذا الخليط كلما زادت به كمية الأزوت .

٣ — الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب النهائية بعد مرشحات الزلط وهى فى نفس درجه الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائية وكليهما غير مخمر .

٤ — الحمأة المخمرة (المتحللة) بأحواض التحليل أو أحواض إمهوف أو أحواض تخمير الحمأة .

وكل من الحمأة المخمرة والسماد الكيماوى يحوى نسبة واحدة تقريباً من الأزوت والفسفور غير أن نسبة البوتاس بالسماد الكيماوى أعلا من نسبته بالحمأة المخمرة .

ونوضح فيما يلى ميزة الحمأة المنشطة :

عند استعمال المواد المحتوية على الأزوت فى تسميد الأرض كمياه المجارى وأزوتات الصديوم فإن الفاقد يتروواح بين ٧ ، ٣٥ ٪ بينما بالتسميد بالحمأة المنشطة الجافة فالمشاهد زيادة كمية الأزوت عما كانت عليه أصلا وتتراوح نسبة الزيادة بين ٥ر٨ ، ٥ر١٦ ٪ ويرجع ذلك إلى تثبيت جزء كبير من الأزوت الجوى بواسطة أنواع من البكتريا التى تحتوى عليها الحمأة المنشطة ، وأن الظروف المحيطة بالتربة المسمدة بما تحويه هذه الحمأة من كمية كبيرة من

كربونات الكالسيوم تقدر بحوالى ٢٥٪ من الوزن الكلى للمادة الجافة ، هذه الظروف تساعد على تكاثر هذا النوع من البكتريا وبالتبعية زيادة المساعدة على زيادة كمية الأزوت .

ويرى الكثيرون من المختصين نتيجة لتجاربهم ضرورة الاستفادة من الأزوت الموجود بالحمأة وعدم حرقه أو التخلص منه بالبحار لعدم تضييع الدورة الأزوتية الضرورية للإنسان والحيوان والنبات ولا يعوضه السماد الكيمائى . ويعزوا كثرة الأمراض للإنسان والنبات فى هذه الأيام إلى استخدام الأسمدة الكيمائية بكثرة والاستغناء عن الأسمدة الطبيعية الموجودة بمخلفات الحيوان والنبات كما يعزوا عدم حسن مذاق الكثير من الفاكهة والخضر لعدم توفر الغذاء الصحى اللازم بهذه الأسمدة الكيمائية والتى إن توافر الأزوت والفسفور والبوتاس فينقصها الكثير من المواد الأخرى ولو بنسب ضئيلة وهى متوفرة فى الأسمدة الطبيعية - ويروا ضرورة الاستفادة من المخلفات السائلة والجافة (القمامة) بعملية التسميد .

تحديد المكونات للقيمة السمادية :

وتقدر كمية الأزوت بإيجاد كمية نيترات النشادر بالتقطير أولا ، وكمية الأزوت العضوى فى المتبقى من النشادر تحدد بالهضم مع حامض الكبريتيك .

والقيمة الكلية للأزوت = مجموع نترات النشادر + الأزوت العضوى

وتحدد كمية الفسفات بتجفيف الحمأة وتحليلها بحامض الكبريتيك، وتصل بالسائل إلى حالة التعادل باستخدام حامض النيتريك وهيدروكسيد النشادر - ونحصل بذلك على راسب يذوب بإضافة هيدروكسيد الصوديوم . ويمكن إيجاد كمية الفسفات بتحديد كمية الهيدروكسيد اللازمة لإذابة الراسب .

ويمكن تحديد البوتاسيوم بتحلل الحمأة بحامض الكبريتيك وتحويل المادة إلى رماد بتجفيفها فى فرن عالى الحرارة - يذوب الرماد فى ماء وحامض

الهيدروكلور فيرسب البوتاسيوم مع حامض الكلوروبلاتيني - ويتم التخلص من الرواسب بواسطة كحول مركز بنسبة ٨٠٪ ويرسب البلاتنيوم ، ومن وزنه يمكن إيجاد الوزن المعادل من البوتاس .

الميكروبات بالحمأة :

أغلب الميكروبات التي قد توجد بالحمأة هي ميكروب التيفود وميكروب الدوسنتريا وهي الميكروبات الغالب وجودها في كل من جمهورية مصر العربية ودول أوربا وأمريكا ونادرا جدا في هذه المناطق أن يتواجد بالحمأة ميكروب فيرويوكوليرا وهو الميكروب المسبب للكوليرا الآسيوية .

ومن التجارب اتضح أن ميكروبات مجموعة التيفود والدوسنتريا تموت بالتخمير فلا يعيش ميكروب التيفود بحمأة تزيد مدة تخميرها عن سبعة أيام والدوسنتريا لا تعيش بحمأة مخمرة لثلاثة أيام - كما لوحظ أن معظم بكتريا الباتوجنك تموت بالتخمير في غضون ١٠ أيام - ويقضى على كل ميكروب التيفوس في مدة ١٤ يوما بالتخمير في درجة حرارة تتراوح بين ١٥ ، ٢٧° مئوية أما في درجة الحرارة الأقل فتعيش لمدة حوالى ثلاثة شهور .

ولخطورة استخدام الحمأة في تسميد المزروعات ، لذا لا يسمح باستخدامها بالولايات المتحدة الأمريكية إلا بشروط وفيما يلي شروط توزيع حمأة بالتيمور .

١ — لا يسلم للمزارعين إلا سماد مخمر لمدة عشرة أيام على الأقل .

٢ — لا تنقل الحمأة المبتلة إلا في عربات مانعة لأي تسرب للمياه منها .

٣ — تستعمل الحمأة لتسميد الأرض قبل زراعة المحاصيل ويجب ألا تلامس الخضروات النامية .

٤ — يحفظ سجل بأسماء كافة المزارعين الذين يحصلون على حمأة سائلة وتاريخ حصولهم عليها وكمية ما حصلوا عليه ومكان مزارعهم .

٥ — للجهة المسئولة الحق فى منع توزيع أى حمأة سائلة للمزارعين .

وشروط توزيع الحمأة الجافة بالجمهورية العربية المتحدة هى :

١ — لا يباع للمزارعين إلا الحمأة الجافة وبعد تشوينها مدة ١٥ يوما للحمأة سابقة التخمير بأحواض التغريق أو ٤٥ يوما للحمأة المجففة بأحواض التجفيف العادية .

٢ — لا يسمح ببيعها إلا للمزارعين الذين يستخدمونها فى زراعة أشجار خشبية ، أو أشجار موالح يزيد عمرها على سنتين .

٣ — لا يسمح بنقلها إلا بلوريات مغطاة بمشمع على الأقل بما يمنع تساقط أى كمية منها أثناء السير ولمنع انبعاث الرائحة الكريهة منها .

التحكم فى الرائحة

إن مراعاة الدقة فى تشغيل أعمال التنقية ونظافتها ونظافة موقعها أساس هام لمنع الرائحة ، كما أن درجة الحرارة وقوة تركيز مياه المجارى والمدة التى تقضيها من مصدرها حتى تصل أعمال التنقية هى من الأسباب الرئيسية التى تؤثر على مدى قوة الرائحة — فارتفاع درجة الحرارة يزيد من نشاط البكتريا فى تحليل المركبات التى ينجم عنها الرائحة ، كما أن قوة تركيز مياه المجارى معناه زيادة كمية المواد العضوية بها وهى المواد سريعة التحلل ، وكذلك فإن بقاء مياه المجارى مدة طويلة بالشبكة بعيدة عن الشمس والهواء يزيد من تعفنها بتوفير المكان المناسب لتوالد البكتريا اللاهوائية والتى تعمل على تحليل المواد العضوية وتصاعد الروائح الكريهة منها .

وأكثر المواد تعفنا وتحللا أى أهم المصادر للروائح الكريهة هى الدهنيات والبروتينات ومركبات الكبريت ، وكبريتور الايدروجين هو أشد الغازات فى نشر الروائح الكريهة التى تشبه رائحة البيض الفاسد وهذا الغاز خانق ويعمل على تآكل كل ما يمر به من مواد وبالأخص الجيرية وهو ما سبق التنويه عنه .

والجدول التالى يبين مدة بقاء مياه المجارى بشبكة المواسير ومدى تأثير طول هذه المدة عليها مع بقاء قوة تركيزها ودرجة حرارتها ثابتتين :

مكوناتها

مدة بقاء مياه المجارى بالشبكة	كبريتور الإيدروجيني جزء / المليون	الأكسجين الحيوى الممتص جزء / المليون	الأكسجين الذائب جزء / المليون	مواد صلبة متطايرة عالقة جزء / المليون	مواد صلبة متطايرة جزء/المليون	أمونيا جزء / المليون	رقم إيدروجيني
٥ ر٠ ساعة	—	١٦٥	—ر٢	٢٣٠	١٧٠	٧	٦ ر٧
—ر٢ ساعة	أثر	١٧٢	أثر	٢٢٧	١٧٠	١٢	٦ ر٧
—ر٦ ساعة	١ر٢	٢٢٤	—	٢٢٠	١٦٨	٢٢	٣ ر٧
—ر٢٤ ساعة	—ر٧	٢٣٨	—	٢١٤	١٧٤	٢٩	٢ ر٧
—ر٤٨ ساعة	١٧ر٢	٢٥٤	—	٢٠٤	١٧٩	٣٢	—ر٧

قياس الرائحـة :

يؤثر على انتشار الرائحة عدة عوامل منها الحرارة والريح والرطوبة وتوجد عدة أجهزة وطرق طبيعية وكيمائية لقياس درجة تركيز الرائحة بالجو ولكن لا يمكن الاعتماد على دقتها .

ويمكن قياس مدى تركيز الرائحة بالجو بحاسة الشم وهى وإن كانت طريقة غير دقيقة (إذ يختلف فى مدى تقديرها بين شخص وآخر ، كما أن بقاء الشخص مدة بالموقع تضعف من حساسيته فى تحديد درجة تركيزها) إلا أنها أبسط أنواع تحديد درجة تركيز الرائحة ويمكن بها أيضا تحديد المدى الذى تنتشر به بعيدا عن أحواض التنقية .

ويمكن تقسيم الرائحة إلى أربعة درجات معدومة وضعيفة وواضحة وشديدة ومنها يمكن تحديد متوسطها فى اليوم وفى الشهر ، وارتفاع درجات الحرارة تعمل على ارتفاع الرائحة إلى طبقات الجو العالية وبذا تقل درجة تركيزها بينما الدرجات الحرارة المنخفضة وغالبا ما يكون ذلك ليلا فتبقى الرائحة قريبة من الأرض وتشتد درجة تركيزها والضغط الجوى الواطى يسبب زيادة البخر وبالتبعية زيادة الرائحة — والرطوبة تسبب أيضا تركيز الرائحة وشدة التضرر منها — وكمية الهواء وسرعته تؤثر على تخفيف وتركيز الرائحة فكلما زادت كمية الهواء وسرعته نقصت درجة تركيز الرائحة به .

ومن المقرر أن الرائحة لاتسبب إطلاقا أى أمراض غير أنها تؤثر عند بعض الناس على الجهاز الهضمى مما تجعله لا يقوم بواجبه على الوجه الأكمل وقد تسبب لبعض آخر قلة الشهية وقلة النوم ، وهذه العوامل تؤثر على صحة المقيمين منهم بهذا الجو .

وتؤثر الرائحة على عمر المواد كالمبانى وغيرها وبالأخص دهانات المبانى وتصبح المناطق الملوثة بالرائحة غير مرغوب فى سكنها أو تعميرها ، وغاز

كبريتور الإيدروجين غير مستحب عند ما تكون درجة تركيزه بسيطة ، وإن ارتفعت درجة تركيزه أصبح خطيراً .

منع الرائحة :

كما سبق ذكره، فإنه يلزم لمنع الرائحة التشغيل الدقيق لكافة وحدات أعمال التنقية مع نظافتها باستمرار والمحافظة على نظافة الموقع — وإن حرق الحمأة أو تجفيفها آليا يسبب تركيز الرائحة لذا يجب تهوية أماكنها مع رفع درجة حرارتها لدرجة عالية حتى تعمل على رفع الغازات المسببة لها إلى الطبقات العليا من الجو فتقل بذلك الرائحة بالموقع .

وتغطى أحواض إمهوف وما يشابهها، وتجمع ما يتصاعد منها من غازات بما تحويه من نسبة كبيرة من غاز كبريتور الإيدروجين ثم تحرق ، وبذلك نتخلص من الرائحة التى تنجم من هذه الأحواض مع مراعاة تغطية ما يمكن تغطيته من وحدات المعالجة كغرف التوزيع، وقد تنشأ فى بعض الحالات جميع وحدات المعالجة فى أماكن مسقوفة .

وإن تخفيف مياه المجارى الخام بمياه الأنهار أو البحيرات يخفف درجة تركيزها ويقلل من حدة تعفنها وينخفض إلى حد كبير من رائحتها ، وقد استخدمت هذه الطريقة فى بعض عمليات المعالجة وذلك بتخفيف مياه المجارى بنسبة واحد مياه عادية إلى ٦ مياه مجارى فأعطت نتائج حسنة للغاية ويمكن استخدام طريقة التخفيف بدلا من استخدام الكلور ويحدد ذلك الظروف الاقتصادية لكل حالة.

وقد تستخدم الكيمائيات لتقليل الرائحة أو القضاء عليها كلية ومن هـــذه الكيمائيات ما يلى :

١ — الجير الفينونى وهو ذو رائحة ذكية تغطى رائحته على رائحة المجارى الكريهة ويستخدم فى عمليات المعالجة الصغيرة .

٢ — الكيروسول وهيدوكلوريت الكلسيوم وهما إما يقضيان على عملية التحلل بواسطة البكتريا أو يؤخرانها .

٣ — الكربون يمتص الرائحة فإذا ما أضيف ٣ إلى ٥ جزء في المليون من الكربون المنشط إلى مياه المجارى الخام يقلل كمية الخبث بأحواض الترسيب الابتدائية ويقلل شدة الرائحة .

٤ — تمرير الغازات ذات الرائحة الكريهة (في حالة إنشاء أحواض المعالجة في أماكن مقفلة) على الأزون فتقل الرائحة نتيجة أكسدة مركبات الكبريت .

٥ — الكلور وهو كما ذكر يمنع تكون كبريتور الإيدروجين ، فإن كان قد تكون يتحد معه فيمنع رائحته ، كما أنه يؤخر عملية التحلل بالبكتريا .

٦ — الهواء النقي المضغوط مع مزجه بقليل من الكيمائيات — وقد استخدمت هذه الطريقة في الحدود بين منطقة أعمال المعالجة لمدينه دالاس بالولايات المتحدة الأمريكية وطريق عام سريع قريب منها — وذلك بإنشاء خط من المواسير المخرمة يخرج منها الهواء تحت ضغط (بعد تمريره على مادة كيمياتية) ليرتفع ارتفاعا كبيرا بالجو فيكون حائط من الهواء النقي يمنع الهواء ذو الرائحة الكريهة من اختراقه حاميا بذلك المنطقة خلف حائط الهواء من الرائحة .

الباب الرابع عشر

تشغيل وصيانة أعمال معالجة مياه المجارى

ما صممت ونفذت مشروعات معالجة مياه المجارى وتكلف البعض منها الملايين من الجنيهات هباء بل لتشغيلها والاستفادة الكاملة من كافة وحداتها بأقل التكاليف والحصول من كل وحدة على النتائج المرجوة منها .

فالتشغيل — الجيد هو حصيلة لما سبق أن بذل من جهد فى التصميم والتنفيذ وما صرف فى سبيلهما من مال ، والتشغيل السيء ينتج عنه تنقية ضعيفة بل وقد يعطى نتائج عكسية .

وطبقاً لما سبق توضيحه من تعليمات يجب أن يتم التشغيل دون أى إهمال أو تقصير أو تبذير بل يجب أن يتم بكل دقة وعناية ودراية تامة بكافة الأغراض من وحدات المعالجة المختلفة . وتشغيلها طبقا لمتطلبات كل تصرف فى كل فترة من فترات الليل والنهار على طول العام لنحصل على أعلا كفاءة بأقل التكاليف .

ويجب أخذ عينات على فترات زمنية بالليل والنهار دوريا (وبالأخص لأعمال المعالجة الكبيرة) من عند مدخل ومخرج كل وحدة بل ومن بعض نقط بداخلها للتأكد من قيام كل منها بواجبها على أكمل وجه واكتشاف أى عيب بها ومكانه للعمل الفورى على إصلاحه ولعدم التخلص من السيب النهائى الخارج من عملية المعالجة إلا بعد التأكد من مطابقته للمعايير الواجب توفرها وإلا رفع وأعيد معالجته .

وأعمال الصيانة لا تقل شأنا عن أعمال التشغيل فيجب العمل الفورى على إصلاح أى خلل ، هذا خلاف أعمال الصيانة الدورية والعمرات السنوية .

ويجب العناية بنظافة وحدات المعالجة والموقع ككل ومنع الروائح الكريهة من أن تؤذى المارين بها أو القاطنين بالقرب منها ، فقد زحفت مبانى الضواحى إلى مكان أعمال المعالجة بل أصبح من العسير إقامتها نائية عن أى مبانى وعن الطرق الرئيسية خصوصا وأن من شروط إنشائها ألا يكون موقعها على بعد كبير من مصادر المخلفات السائلة الواردة إليها لتجنب تعقد هذه المخلفات وشدة تعفنها قبل الوصول لأعمال المعالجة — لذا يجب العناية بتجميل موقعها وزرع الزهور ذات الروائح الذكية والمنظر الجميل بين أحواضها وغرس الأشجار على حدود الموقع وعلى جانبى طرقه الداخلية الواجب رصفها حتى يسهل التحرك بين الأحواض المختلفة .

كما يجب العناية بما ينشأ بالموقع من منشآت مما يجعله بهجة للناظرين وكأنه منطقة متنزهات فلا يشعر الإنسان بمضايقة بمروره به بل بالعكس يشعر براحة نفسية .

عينات مياه المجارى وتحليلها :

من أهم ما يجب أن يعتنى به عند تحليل مياه المجارى هو الآتى :

١ — أن تكون العينة ممثلة تمثيلا صحيحا لما هو مطلوب تحليله سواء كانت العينة للمياه الخام أو للمياه الداخلة بالوحدات المختلفة أو الخارجة منها ، وكذا للمواد المزالة من مياه المجارى كالحمأة والخبث الطافى والغازات .

٢ — أن يتم إجراء التحاليل بكل دقة .

وإن انتخاب العينة الممثلة تمثيلا صحيحا لمياه المجارى أمر صعب إذ أن

تركيز مياه المجارى يختلف من ساعة لأخرى بل يختلف باختلاف عمقها بالقنوات أو الأحواض ، وأفضل عمق لأخذ عينة من قناة هو أخذها من حوالى منتصف عمقها ، أما الأحواض فيستحسن أخذ عينات فى وقت واحد من عدة أعماق منها ، وقد تؤخذ العينات يدويا أو ميكانيكيا .

ويجب أن تكون كمية العينة كافية للتجربة وأن توضع بزجاجات نظيفة ومراعاة عدم تغيير خواص العينة نتيجة لعبوتها فمثلا لا تستخدم أغطية الزجاجات من الفل أو الكاوتشوك بل يجب أن يكون غطائها من الزجاج وأن يكون محكما ، كما يجب ألا تتعرض للجو العينات المأخوذة لتجارب الأكسجين الذائب أو الأكسجين الحيوى الممتص .

والعينات التى يتأخر تحليلها لعدة ساعات قليلة قبل تحليلها يجب أن تحفظ فى جو بارد. أما إن تأخر تحليلها مدة حوالى ٥ ساعات من وقت جمعها وجب التحفظ عليها بالكلوروفورم أو حامض الكبريتيك طبقا للطرق المتبعة . ويجب عدم استخدام الكلوروفورم لحفظ العينة إن كان بها دهون .

يجب تحليل العينات المأخوذة للتحليل البكتريولوجى بأسرع ما يمكن ولا تزيد المدة من وقت أخذ العينة حتى بدء اختبارها عن ٦ ساعات وأن تحفظ العينة خلال هذه الفترة فى درجة حرارة تتراوح بين ٤ ، ١٠° مئوية ويجب ألا تصل لدرجة التجمد .

وعينات الحمأة تؤخذ من عدة نقط من قاع الحوض وعلى فترات وتمزج العينات مع بعضها مزجا جيدا ويؤخذ منها الكمية اللازمة للاختبار ، والعينة التى لا يبدأ اختبارها فى خلال ساعات قليلة من أخذها يجب أن تحفظ فى زجاجات مانعة لدخول الهواء لمنع أى تطاير من العينة ويجب ألا يتأخر تحليلها عن أيام معدودة .

ويجب الحيطة عندفتح الزجاجات المقفلة المحتوية على عينات الحمأة وبالأخص

إذا كانت مخمرة وذلك بتغطيتها بقطعة قماش سميكة عند فتحها لمنع أى انفجار قد يحدث نتيجة ما هو متراكم بها من غازات .

ويجب أن يتوفر بالمعمل جميع الكيماويات والأجهزة اللازمة للاختبارات المختلفة وقد انتشر الآن استخدام الأجهزة الحديثة التى تقوم بالتحاليل المعقدة فى دقائق محدودة وبدقة تامة تحت إشراف الكيميائى المختص وهى التى كانت تحتاج لساعات أو أيام لإجرائها .

ويجب أن يراعى إجراء التحاليل بكل دقة إذ على أساسها تستمر عملية التشغيل على ما هى عليه أو يتم تعديلها وتغييرها طبقا لما تدل عليه التحاليل من نقص فى كفاءة إحدى الوحدات أو أى جزء منها ، كما أن على أساسها يسمح بصرف السيب النهائى الخارج من أحواض المعالجة أو إرجاعه بالتالى لإعادة معالجته .

تقارير التشغيل الدورية :

إن للتقارير الدورية أهمية عظمى — فهى سجل ومرجع لجميع عمل الوحدات وإبراز مزاياها وعيوبها ونقط الضعف بها والوقوف على أى خلل فى التشغيل والعمل على ملافاته سواء من الناحية الفنية أو الاقتصادية — وهى بيان شامل لتاريخ عمل الوحدات مدنية كانت أو ميكانيكية أو كهربائية ومؤشر لما يكثر تلفه منها وأسبابه للعمل على ملافاته أو تجنب استخدام هذه المهمات فى مشروعات المستقبل — وتشمل التقارير على التصرفات وتذبذبها ويرسم لها الخطوط البيانية للوقوف على نسبة الزيادة السنوية فى التصرفات والتنبيه لاتخاذ ما يلزم لمقابلتها — كما تشمل نتائج التحاليل للوحدات المختلفة فى مختلف أجزائها وبيان الكيماويات وما يحصل عليها من نتائج وما تتكلفه من مصاريف وكذا تشمل البيانات اللازمة عن مياه الصناعة أن كانت تصرف فى مشروع المجارى

العامة بنسبة كبيرة ، وتحاليلها قبل وبعد معالجتها بالمصنع ، وتأثيرها على منشآت المجارى المختلفة .

ويوضح بالتقارير تكاليف التشغيل والصيانة لكل بند منها على حدة شاملا مرتبات القائمين بصفة مباشرة على العمل ومحملا عليها نسبة من مصاريف الإدارة العمومية الرئيسية وبالأجمال جميع المصروفات المباشرة والغير مباشرة التى يتم صرفها لإدارة أعمال المعالجة . مع بيان جميع الدخول الناتجة من بيع الحمأة الجافة والمزروعات أن وجدت ومنها نستنتج صافى المصروفات وما يخص كل ٥٠٠٠ مواطن وكذا ما يخص المواطن الواحد من تكاليف نظير معالجة مخلفاته السائلة — ومن هذه البيانات يتضح أن كانت العملية سليمة اقتصادية أم يرى تعديلها أو ضغط المصروفات مع مرعاة المحافظة على درجة الكفاءة اللازمة للمشروع .

وعلى الإدارة العامة القائمة على أعمال الصرف الصحى بالمدينة أن ترفق مع تقرير أعمال المعالجة تقرير مماثل لأعمال الشبكة ومنها يتضح مدة كفاءة المشروع ككل وما يخص كل فرد من المنتفعين .

ومن التقارير يتضح نقط ضعف المشروعات المختلفة للمرفق وما يلزمه من تعديل وتدعيم وإنشاءات جديدة حتى يقوم بواجبه على الوجه الأكمل فى خدمة تصرفات المدينة الحالية والمستقبلة دون أن يواجه المسئولين فجأة بقصوره وما ينجم عن ذلك من إضرار بليغة بالصحة العامة .

ولا تحرر التقارير فقط لوحدات العمل بل تحرر أيضا تقارير عن العاملين بالمرفق، ويجب أن يسجل بهذه التقارير أسماء المرضى من العمال ونوع مرضهم ونتائج التحاليل الدورية لهم حتى يتبين ما هو شائع بينهم من أمراض والعمل على مداركة أسبابه ، ويوضح بالتقارير كمية العمل ومدى احتياجه للتدعيم أو التوفير من العاملين به ، ونوعية التخصص المحتاج إليه مع تحرير تقارير سنوية لكل

العاملين ومدى كفاءة كل ومدى تحمله للمسئولية وتفانيه فى عمله .

وعموما فالتقارير هى مؤشر ومرجع يهتدى بها القائمين على أعمال التشغيل والصيانة ، ومكاتب التصميم ، وكذا القائمين على أعمال البحوث فهى تنبه عن وجود أى إهمال فى التشغيل أو الصيانة وتحدد مكانه وتبرز أى عيوب بالتصميم أو المهمات وتوجه الباحثين إلى ما يجب بحثه وتطويره .

ونوضح فيما يلى بعض من أنواع التقارير - وبعض من البيانات الموضحة بها قد لا تلزم لبعض العمليات لعدم وجود الوحدات وبذا فلا داعى لتحريرها كما أن بعض البيانات قد يثبت لبعض العمليات عدم جدواها فلاداعى لتحريرها لهذه العمليات فى مطبوعاتها المستقبلة - وإذا وجد أن بعضا من البيانات اللازمة غير مدونة وجب اضافتها ، والتقارير الموضحة بعد هى أمثلة ودليل لما يجب أن تحرر على نحوه التقارير .

وما يستقر عليه الرأى من بيانات لازمة لصالح العمل تطبع . ويجب أن تملأ بيانات التقرير فى المواعيد المقررة وعدم السهو أو الإهمال فى تدوين أى بند منها - وتطبع التقارير على ورق فى حجم الفولسكاب أو مضاعفاته ليسهل تطبيقها وحفظها والرجوع إليها .

نموذج لتقرير

عن تشغيل أحواض معالجة مياه المجارى ، وغير منوه به

أعمال التحاليل

البيان	وحدة القياس	فترات كتابة التقرير
التصرف وحالة الطقس :		
التصرف اليومى	متر مكعب	يوميا
اقصى تصرف يومى	«	شهريا
أدنى تصرف يومى	«	«
التصرف الذى لا يعالج بأحواض التنقية	«	عند حدوثه
درجة تركيز الرائحة	—	يوميا
درجة حرارة مياه المجارى الخام	مئوية	«
حالة الجو :		
صافى — كثير الغيوم — ممطر		
اتجاه الريح		
كمية هطول المطر أو الثلوج		
الشبك :		
أوقات التنظيف	ساعة	يوميا
مدة كل	«	«
كمية المواد المستخرجة يوميا	متر مكعب	«
كمية المواد المستخرجة لكل ٥٠٠٠م٣ مياه مجارى	«	«

البيان	وحدة القياس	فترات كتابة التقرير
وزن المتر المكعب من المواد المستخرجة	كيلو / م^3	شهريا
القوى المستخدمة للتنظيف خلال الأسبوع	كيلوات ساعة	أسبوعيا
القوى المستخدمة للتنظيف لكل ٥٠٠٠ م^3 مياه مجارى	«	«
القاطع :		
مدة التقطيع	ساعة	يوميا
القوى المستخدمة	كيلوات ساعة	أسبوعيا
الحريق :		
مدة حريق المخلفات	ساعة	يوميا
الوقود المستخدم	كيلو أو لتر	«
قيمته الحرارية	الوحدة الحرارية	شهريا
أحواض التصفية :		
أحواض التصفية بالعمل	بالعدد مع بيان أرقامها	يوميا
فترات تصفيتها ومدة كل فترة	ساعة	«
كمية الرواسب الكلية المستخرجة	متر مكعب	«
كمية الراسب لكل ٥٠٠٠م^3 مياه مجارى	«	أسبوعيا
وزن المتر المكعب من المواد المستخرجة	كيلو للمتر المكعب	شهريا
القوى المستخدمة للتنظيف خلال أسبوع	كيلوات ساعة	أسبوعيا

البيان	وحدة القياس	فترات كتابة التقرير
القوى المستخدمة لكل ٥٠٠٠ م٣ مياه مجارى	كيلوات ساعة	أسبوعيا
فاصل الشحوم :		
كمية الهواء المستخدم	م٣ هواء / م٣ مياه مجارى	يوميا
الكلور المستخدم	جزء/المليون	»
كمية الخبث الكلية	متر مكعب	»
كمية الخبث لكل ٥٠٠٠ م٣ مياه مجارى	»	أسبوعيا
وزن المتر المكعب من الخبث	كيلو	»
القوى الكلية المستخدمة	كيلوات ساعة	»
القوى الكلية لكل ٥٠٠٠م٣ مياه مجارى	»	»
أحواض ترسيب إبتدائية :		
الأحواض بالعمل	بالعدد	يوميا
مدة البقاء النظرية	ساعة	يوميا
متوسط مدة البقاء الفعلية	بالساعة	كلما احتاج الأمر
أدنى مدة البقاء الفعلية	»	»
عدد مرات نظافة الحوض	بالعدد وإثبات ترقيمه	يوميا
كمية الحمأة الكلية المزالة	بالمتر المكعب	»
الحمأة الكلية المزالة	»	»
كمية الحمأة المزالة لكل ٥٠٠٠ م٣ مياه مجارى	»	أسبوعى أو شهرى
كمية الحمأة الكلية المزالة	»	يوميا

البيان	وحدة القياس	فترات كتابة التقرير
القوى الكلية المستخدمة	كيلوات ساعة	شهرى
القوى لكل ٥٠٠٠م٣ مياه مجارى	»	»
الترسيب الكيميائى :		
المروب الكلى المستخدم	كيلو	يوميا
المروب لكل ٥٠٠٠م٣ مياه مجارى	»	»
متوسط مدة الترويب	بالدقيقه	»
أحواض تخمير الحمأة :		
حجم الأحواض بالعمل	م٣	يوميا
الحمأة المضافة	»	»
الجير أو المواد الكيماوية الأخرى المضافة	كيلو	عند الاضافة
مدة تشغيل طلمبات الإثارة	ساعة	يوميا
أو غيرها من أنواع تقليب الحمأة بالحوض		
مدة تشغيل طلمبات التسخين	ساعة	يوميا
كمية المياه المستخدمة لعملية التسخين	م٣ / الدقيقة	»
درجة حرارة المياه بالحوض	مئوية	»
درجة حرارة الحماة الداخلة	»	»
كمية الغاز المستخرج	م٣	»
أنواع استخداماته المختلفة		
يوضح كل استخدام على حدة	م٣	شهريا
القوى المستخدمة لكل استخدام على حدة	كيلوات/ساعة	»
مرشحات الزلط:		
المساحة بالعمل	بالفدان أو المتر المسطح	يوميا
معدل الترشيح للمتر المسطح	م٣ / اليوم	أسبوعيا أو شهرى

البيان	وحدة القياس	فترات كتابة التقرير
الاكسجين الممتص للمياه المتر المسطح / اليوم	كيلو	أسبوعيا أو شهريا
أحواض التوزيع		
العدد بالعمل	بالعدد	يوميا
عدد الأحواض بالتنظيف أو الإصلاح	«	«
الحمأة المنشطة		
الكمية الكلية للهواء	م٣	يوميا
للأحواض	«	«
للقنوات	«	«
للروافع	«	«
الضغط بالكباسات	رطل / بوصة مربعة أو كيلو / سم٢	يوميا
عدد الكباسات بالعمل	بالعدد	«
مدة تشغيل كل كباس	ساعة	«
القوى الكلية لتشغيل الكباسات	كيلوات / ساعة	شهريا
أحواض التهوية		
عدد الأحواض بالعمل	بالعدد	يوميا
الكمية الكلية للحمأة المعادة	م٣	«
أحواض الترسيب النهائية		
أحواض بالعمل	عدد	يوميا

البيان	وحدة القياس	فترات كتابة التقرير
متوسط مدة البقاء الفعلية	بالساعة	عند الرغبة
أدنى مدة البقاء الفعلية	ساعة	« «
معدل الترسيب / اليوم	م^3 للمتر المسطح	أسبوعيا
كمية الحمأة المزالة — الكلية	م^3	يوميا
كمية الحمأة المزالة لكل ٥٠٠٠م^3 مياه مجارى	«	أسبوعيا أوشهريا
القوى الكلية	كيلوات ساعة	شهريا
القوى لكل ٥٠٠٠م^3 مياه مجارى	«	«
كمية الحمأة الزائدة — الكلية	م^3 / اليوم	يوميا
« « « لكل ٥٠٠٠م^3 مياه مجارى	م^3 / اليوم	«

أحواض الترسيب النهائية التى تلى المرشحات

البيان	وحدة القياس	فترات كتابة التقرير
الأحواض بالعمل	عدد	يوميا
متوسط مدة البقاء الفعلية	ساعه	حسب الرغبه
أدنى « « «	«	« «
عدد الأحواض بالنظافة	عدد	يوميا
مدة النظافة	ساعه	«
كميه الحمأة الكلية المزالة	م^3	«
كمية الحمأة المزالة لكل ٥٠٠٠م^3 مياه مجارى	«	أسبوعيا أو شهريا

البيان	وحدة القياس	فترات كتابة التقرير
القوى الكلية المستعملة	كيلوات ساعة	شهريا
القوى المستعملة لكل ٥٠٠٠م٣	»	»
مياه مجارى		
التطهير بالكلور	جزء / المليون	يوميا
أحواض تجفيف الحمأة		
كمية الحمأة السائلة	م٣	شهريا
سمك نشر الحمأة السائلة بالأحواض	بالسم	»
كمية الحمأة الجافة	م٣	»
المدة اللازمة للجفاف	باليوم	»
طلمبات رفع مياه المجارى والحمأة		
عدد الطلمبات بالعمل	عدد	يوميا
مدة إدارة كل	ساعة	»
قيمة كلية لمياه مجارى أو لحمأة مرفوعة	بالألف م٣ اليوم	»
أقصى كمية	»	»
أدنى »	»	»
القوى الكلية المستخدمة	كيلوات ساعة	شهريا
» لكل ٥٠٠٠م٣	»	»
النسبة المئوية لكفاءة الطلمبات والموتورات	فى المائة	»

الإشراف والعمالة :

يجب أن يشرف رئيس أعلى على جميع أعمال المعالجة وأن يكون مقره بالموقع ويعاونه المختصين اللازمين والعمال المهرة والعاديين مع مراعاة تقليل العدد لأدنى حد مستطاع مع تحديد اختصاص ومسئولية كل .

استغلال موقع أعمال التنقية لإجراء البحوث :

إن موقع أعمال التنقية لما فيه من سعة فى المكان وتوفر فى الحصول على مياه المجارى الخام والمياه الخارجة من كل وحدة من وحدات المعالجة لذا يسهل إنشاء الوحدات التجريبية على نفس ظروف وملابسات الوحدات بالعمل ومقارنة كفاءتها وتكاليف وسهولة تشغيلها وصيانتها بالوحدة المراد تطويرها وبذا يمكن القطع بمدى فائدة فكرة التطوير أو الحاجة إلى تعديلها .

لذا فمن المستحسن استغلال هـــذه الظروف وإجراء بعض البحوث ولو التجريبية بموقع أعمال المعالجة .

المنشآت الواجب توفرها :

يجب إنشاء المبانى اللازمة سواء لخدمة العمل أو القائمين به مع مراعاة إنشائها فى المواقع المناسبة لكل مع مراعاة متطلبات العمل وسهولة إنجازه ومباشرته وتوفير الأمان للمنشآت وما تشمله من مهمات أو مواد وتوفير الراحة والأمان والرعاية الصحية للأفراد بموقع العمل .

منشآت لحاجة العمل منها :

المكاتب وما يلزمها من أثاث وتليفونات .

المعامل وما يلزمها من أجهزة وكيماويات .

المخازن — وتوفر بها جميع المهمات اللازمة للتشغيل والصيانة العاجلة والدورية والسنوية والعمرات على أن يكفى الموجود منها لستة شهور مقبلة للعمل على الأقل .

مخازن الوقود — اختيارها فى مكان بعيد عن المنشآت الأخرى بالموقع بما يحفظها فى مأمن من خطورتها مع اتخاذ كافة الاحتياطات اللازمة لتأمينها .

أسطوانات الكلور — يجب أخذ ما سبق أن نوه عنه من احتياطات بخصوص الأمان من أسطوانات الكلور وتأمينها من الحرارة أو الشرارات الكهربائية .

الورش — إنشاء مختلف أنواعها كهربائية أو ميكانيكية أو نجارة اللازمة لأعمال الصيانة والعمرات للأعمال المختلفة بالموقع .

جراج — للسيارات .

مبنى — يسع نموذج مجسم لأعمال المعالجة بالموقع ومكتبة وصالة تصلح للسينما والمحاضرات .

منشآت لراحة العاملين :

أعمال المعالجة المنشأ منها بعيداً عن العمران يجب تسهيل سبل الإسكان والمعيشة للقائمين بالعمل بها واللازم تواجدهم بموقع العمل غالبية الوقت لصالح غالبية الوقت — ونذكر من هذه التسهيلات الآتى :

* إنشاء المساكن المريحة اللائقة بالمهندسين والكيمائيين ومساعديهم والعمال المهرة ومساعديهم والعدد الضرورى من العمال العاديين مع إعفائهم من الإيجار وثمن استهلاك المياه والإنارة .
* إنشاء مجمع إستهلاكى لمواد التموين الضرورية .
* إنشاء ناد رياضى إجتماعى ولو على مقاس بسيط .

* إنشاء نقطة إسعاف لمداركة الأمور العاجلة ويشرف عليها ممرض مقيم متمرن ذو خبرة .

* تخصيص سيارة لنقل الطلبة إلى المدارس المجاورة ولنقل الموظفين وعائلاتهم عند الضرورة لأقرب مكان للعمران .

* تخصيص طبيب زائر مرتين فى الأسبوع على الأقل مع إمكان استدعائه عند الضرورة .

* مراعاة إعطاء العاملين فى الموقع طبيعه عمل وبدل عدوى .

الباب الخامس عشر

مثال لتصميم أعمال معالجة كلية

صمم أحواض المعالجة اللازمة للتخلص من ٢٠٠٠٠٠ م٣ / اليوم من مياه مجارى خام منزلية أكسجينها الممتص عند أحواض المعالجة هو ٢٥٠ جزء فى المليون فى مصرف تصرفه عند نقطة التخلص قدره مليون م٣ / اليوم وأكسجينه الذائب فى هذه النقطة ٦ جزء فى المليون وطوله من نقطة الصرف حتى مصبه فى النيل يساوى ٤٠ كيلو متر وسرعة المياه به ٦٠ سم/الثانية مع مراعاة :

١ — ألا تقل كمية الأكسجين الذائب عند نقطة الصرف عن ٢ جزء فى المليون .

٢ — أن تحتفظ المياه بالمصرف بهذه الكمية على الأقل حتى المصب .

علماً بأن المصرف تزيد كمية تصرفه حتى تصل ٢٫٠٠ مليون م٣/اليوم عند مصبه ، وهذه الزيادة ناجمة من مياه المجارى المذكورة التى صرفت به ومن مياه الرشح والمياه السطحية من صب المصارف الفرعية وفائض مياه الترع .

وجو المدينة معتدل وسنتخلص من الحمأة الجافة ببيعها للزارعين .

الحـــل :

أولا : يجب تقرير نوع المعالجة جزئية أم كلية وما هى درجة النقاوة اللازمة حتى تحتفظ مياه المصرف بمقدار ٢ جزء / المليون أكسجين ذائب عند نقطة الصرف وبطول المصرف حتى مصبه .

نفرض أن كمية الأكسجين الحيوى الممتص لمياه المجارى للحصول على أكسجين ذائب عند نقطة الصرف بالمصرف تساوى ٢ جزء / المليون هو س

∴ ١٠٠٠٠٠ × ٦ — ٢٠٠٠٠٠ × س = ١٢٠٠٠٠٠ × ٢

∴ ٣٠ — س = ١٢

∴ س = ١٨

أى يلزم أن تعالج مياه المجارى حتى يصبح أكسجينها الحيوى الممتص عند نقطة الصرف يساوى ١٨ جزء فى المليون على الأقل ومدة هذا الاحتفاظ للأكسجين الحيوى الممتص بهذه الكمية هو يوم تزيد بعد ذلك فى حالة عدم وجود أى عوامل للتخفيف أو المعالجة الطبيعية بالشمس وهواء الجو .

لذا يجب معرفة المدة التى تستمر فيها مياه المجارى المعالجة بالمصرف من نقطة صرفها به حتى مصبه .

وبما أن طول المصرف ٤٠ كيلو متر والسرعة به ٦٠ سم / الثانية .

∴ تقطع هذه المسافة فى $\frac{٤٠ \times ١٠٠٠ \times ١٠٠}{٦٠ \times ٦٠ \times ٦٠}$ = ١٨٫٥ ساعة

اى أن المياه تقطع هذه المسافة فى أقل من يوم .

وبذا فالمياه بالمصرف تحتفظ على ٢ جزء فى المليون أكسجين ذائب من نقطة الصرف حتى المصب مع تجاهل عوامل التخفيف والمعالجة الطبيعية .

ولما كان الأكسجين الحيوى الممتص لمياه المجارى الخام عند بدء أحواض المعالجة هو ٢٥٠ جزء المليون ولما كانت التنقية الجزئية لاتخفض إلا حوالى ٤٠ ٪ من هذه الكمية فيكون الأكسجين الحيوى الممتص للمياه الخارجة من عملية المعالجة الجزئية $\frac{٢٥٠ \times ٦٠}{١٠٠}$ = ١٥٠ جزء / المليون

لذا يجب أن تعالج المياه معالجة كلية لتخفيض أكسجين الحيوى الممتص إلى ١٨ جزء فى المليون.

∴ تصمم أحواض المعالجة على أن تشمل على الأقل الوحدات الآتية :

(١) مصافى .

(٢) أحواض تصفية .

(٣) أحواض ترسيب إبتدائية .

(٤) أحواض تهوية .

(٥) أحواض ترسيب نهائية .

(٦) أحواض لتجفيف الحمأة .

١ — المصافى :

تستخدم مصافى متوسطة الفتحات بمسافة بين فتحاتها ٥ سم ويستحسن أن تنشأ ثابتة بأحواض التصفية وتنظف إما يدويا أو آليا ولا داعى لاستخدام القواطع .

٢ — أحواض التصفية :

متوسط تصرف السيب الجاف $= \frac{٢٠٠٠٠٠}{٢٤ \times ٦٠ \times ٦٠} =$ ٣ر٢ م ٣ / الثانية

يصمم حوض التصفية بعمق ٢٠ر١ (بخلاف الجزء اللازم للرواسب) وقطاع قاعه نصف دائرة وميولة تتجه إلى منتصف طول الحوض وعند ملتقى الميول ينشأ منخفض ٥٠ سم × ٥٠ سم بعمق ٣٠سم يخرج من أسفله ماسورة مركب عليها بلف بغرض تصفية ما بالحوض من رمال .

وعرض الحوض ٠٠ر٢ متر .

فيكون مساحة مقطع الحوض ٢ر١ × ٢ = ٤ر٢ م^{٢}

ويفرض أن السرعة بالحوض ٣٠ سم / ثانية .

∴ التصرف م^{٣} / ثانية = مقطع الحوض م^{٢} × السرعة م / ثانية × عدد الأحواض.

∴ ٣ر٢ = ٤ر٢ × ٣ر٠ × س

∴ س = ٣ر٢

∴ ينشأ ٥ أحواض عدد

ثلاث منها تستخدم لمتوسط سيب التصرف الجاف .

أربعة أحواض تستخدم عند أقصى تصرف سبب الطقس الجاف

وحوض احتياطى للتنظيف أو الاصلاح .

وفى أدنى تصرف سيب التصرف الجاف يكتفى باستخدام حوضين فقط

وبذا نضمن الحصول على سرعة فى غالب الأوقات لا تقل عن ٣٠سم/ثانية

ويمكن تنظيم تشغيل الأحواض ذاتيا بإنشاء هدارات على الحوائط الفاصلة من الأحواض كما سبق توضيحه :

وللحصول على مدة بقاء بالحوض ٣ دقائق يجب أن يكون طول كل من

الأحواض ل $\frac{\text{ل}}{\text{السرعة فى الثانية}}$ = مدة البقاء ثانية

$$\frac{\text{ل}}{٣٠} = ١٨٠$$

ل = ٣٠ × ١٨٠ سم

= ٥٤ مترا

ويكتفى بعض المصممين بدقيقة واحدة مدة بقاء لمثل هذه التصرفات الكبيرة وبذا يكون طول الحوض ل = ١٨ مترا وعلى كل يتوقف ذلك على نوع وكثافة المواد الغير عضوية المراد التخلص منها .

ورغم هذه السرعة العالية ومدة البقاء القصيرة فيرسب مع المواد الغير العضوية بعض المواد العضوية وهو أمر غير مرغوب فيه ، ولذا يضغط هواء فى أحواض التصفية بضغط يساوى ٢ر٠ كجم / سم^{2} على الأكثر من مواسير تنشأ بالحوض فتحتها تحت سطح الماء بحوالى ٥ر٠ متر وقطرها حوالى $\frac{1}{2}$ بوصة على الأكثر وذلك لإثارة المواد العضوية وعدم السماح بترسيبها وعدم إثارة المواد الغير عضوية التى ترسب بقاع الحوض — ويعمل الترتيب اللازم لغسيل ما يجمع من مواد غير عضوية مع إرجاع ناتج الغسيل إلى مدخل أحواض الترسيب الابتدائية .

أحواض الترسيب الابتدائية :

تصمم أحواض الترسيب الابتدائية مستطيلة بقاع أفقى وهرم مقلوب عند المدخل وزحافة كهربائية لتجميع الحمأة من القاع والخبث من السطح إلى الهرم المقلوب لنقلها بالإنحدار أو الرفع إلى أحواض التجفيف — مع إنشاء الحواجز عند المدخل والمخرج المنظمة لتشغيل قطاع الحوض بترك جزء منه عديم الحركة بالقاع وآخر بالسطح .

ويكفى مدة بقاء فعلية بأحواض الترسيب ساعة ونصف .

فتكون سعة أحواض الترسيب تساوى .

$$\frac{٢٠٠٠٠٠}{٢٤} \times ٥ر١ \times \frac{٣}{٢} = ١٨٧٥٠ \text{ م}^{3}$$

وبأخذ عمق الحوض = ٣ متر دون الهرم المقلوب .

فيكون مسطح الأحواض = $\frac{١٨٧٥٠}{٣}$ = ٦٢٥٠ م^{2}

وبإنشاء الحوض بطول ٤٠ مترا وبعرض ١٠ متر نحتاج إلى ١٦ حوضا

وبذا تكون متوسط السرعة الأفقية بالحوض = $\frac{٢٠٠٠٠٠ \times ١٠٠}{١٦ \times ٢٤ \times ٦٠ \times ٣٠}$

= ٢٩ سم / الدقيقة .

والتحميل السطحى = $\frac{٢٠٠٠٠٠}{١٦ \times ٤٠ \times ١٠}$ = ٣١ م^{٣} للمتر المسطح من الحوض فى اليوم .

وهو تحميل مناسب واقع بين الحدود المسموح بها وهى تتراوح بين ٣٠، ٤٥ م^{٣} للمتر المسطح من الحوض فى اليوم.

أحواض التهوية :

تنشأ أحواض تهوية بالهواء المضغوط مع استعمال ناشرات الهواء بقاع الحوض — والحوض عبارة عن قنايات يخصص بعض منها للحمأة المنشطة والآخر لتهوية المخلوط (السيب الداخل للحوض من أحواض الترسيب الابتدائى مخلوطا بالحمأة بعد تنشيطها) ومقدار الحمأة المنشطة المعادة تؤخذ ٢٠٪ من كمية متوسط تصرف السيب الجاف .

وبذا فكمية الحمأة المنشطة المعادة = $\frac{٢٠٠٠٠٠}{١٠٠} \times ٢٠$ = ٤٠٠٠٠م^{٣}/اليوم

ويأخذ عمق القنايات ٤ متر وعرض كل ٣ متر وطول كل قناة ١٥٠ متر ومدة بقاء للحمأة المنشطة المعادة سبع ساعات فبذلك نحتاج إلى عدد قنايات للحمأة المنشطة المعادة = $\frac{٤٠٠٠٠ \times ٧}{٢٤ \times ٤ \times ٣ \times ١٥٠}$ = ٥ر٦

نفرض ٧ قنايات

ومن المعادلة

الأكسجين الحيوى الممتص المطلوب إزالته = ٢٠ (مدة البقاء + ١)

١٣٢ = ٢٠ ت + ٢٠

∴ ت = ٦ر٥ ساعة

نأخذ مدة بقاء للمخلوط = ٥ر٥ ساعة

وبذلك فعدد القنايات اللازمة للمخلوط كالآتى :

عدد القنايات × ١٥٠ × ٣ × ٤ = (٢٤٠٠٠٠ × ٥ر٥) / ٢٤ =

∴ عدد القنايات = ٣٠

كمية الهواء المضغوط اللازم :

كمية الهواء الحر اللازم للمخلوط هو ٠٦ر٠ م٣ هواء حر لكل جزء فى المليون تخفيض للاكسجين الحيوى الممتص

∴ كمية الهواء الحر الكلى اللازم

= ٢٠٠٠٠٠ × ٦/١٠٠ × ١٣٢ = ١٥٨٤٠٠٠ م٣ / اليوم

ويفرض أن الهواء الحر اللازم للحمأة لتنشيطها = ٣ م٣ لكل م٣ من الحمأة فتكون كمية الهواء الحر اللازم لتنشيط الحمأة

= ٤٠٠٠٠ × ٣ = ١٢٠٠٠٠ م٣ فى اليوم

فتكون جملة الهواء الحر اللازم = ١٧٠٤٠٠٠ م٣ فى اليوم ولمتوسط سيب التصرف الجاف

ينشأ عدد ٨ كباسات .

يعمل ٣ منها عند أدنى سيب التصرف الجاف

ويعمل ٤ منها عند متوسط سيب التصرف الجاف

ويعمل ٦ منها عند أقصى سيب التصرف الجاف

ويمكن أن يكون أحـد الـكباسات بالعمرة ، وضرورة وجـود أحد الـكباسات احتياطى لاستعماله فى حالة عطل أى منها وبذا فالعدداللازم إنشائه هو ٨ كباسات .

ويخرج الهواء من الـكباس بضغط = ٨ر٠ كجم على سم^{2}
على أن يخرج من ناشرات الهواء المضغوط = ٥ر٠ كجم على سم^{2}
وقطر الماسورة الرئيسية للهواء المضغوط هو

$$\frac{٢٢ \text{ ق}^{2}}{٧ \times ٤} \times ١٠٠٠ \text{ (سرعة الهواء متر فى الدقيقة) } = \frac{١٨٠٠٠٠٠ \text{ (كمية الهواء الـكلية فى اليوم)}}{٢٤ \times ٦٠}$$

∴ ق = ٢٥ر١ متر

وللاحتياط تؤخذ ٥ر١ متر أى ٦٠ بوصة

حوض الترسيب النهائى:

تنشأ أحواض دائرية بقطر ٣٥ متر وعمق ٣ متر (بخلاف الحيز اللازم للرواسب ومدة البقاء ٢ ساعة فيلزم بذلك عدد أحواض = س

$$\text{وبذا } \frac{٢٢}{٧} \times \left(\frac{٣٥}{٤}\right)^{2} \times ٣ \times \text{س} = \frac{٢٠٠٠٠٠}{٢٤} \times ٢ = ٥ر٨ \text{ حوض}$$

∴ عدد الأحواض اللازمة = ٠٠ر٦ أحواض
يعاد من الحمأة المنشطة ٢٠ ٪ لأحواض التهوية .

وباقى الحمأة تعـاد لأحواض الترسيب الابتدائية لتخفف ميـاه المجـارى بها ولترسيب مع الحمأة العادية وينقلا معا إلى أحواض التجفيف

أحواض التجفيف

تستعمل أحواض التجفيف بطريقة التفريق .

كمية الحمأة السائلة / اليوم = ١٪ تقريبا من تصرف مياه المجارى الخام

$$= \frac{٢٠٠٠٠٠}{١٠٠} = ٢٠٠٠ \text{ م}^٣\text{/ اليوم}$$

وتنشر الحمأة بسمك ٥ سم ويفرض مساحة حوض التغريق ١٠م × ٢٠م

∴ نحتاج إلى ٢٠٠ حوض فى اليوم

∴ نحتاج إلى ٨٠٠ حوض فى الأربعة أيام

يلزم مجموعتين كل ٨٠٠ حوض

وبذا يكون عدد الأحواض اللازم ١٦٠٠ حوض

أى يلزم حوالى ١٥٠ فدان للاحواض وميولها ومسطحها وجسورها وخطوط الديكوفيل اللازمة لنقل السماد .

الباب السادس عشر

مخلفات الصناعة السائلة

إن التخلص من مخلفات الصناعة السائلة أصبح مشكلة تواجه البلاد الصناعية لما تحويه غالبية هذه المخلفات من نسب عالية من المواد الصلبة والسائلة والغازية التى تضر ضررا بليغا بالإنسان والحيوان والنبات مما جعل أمر التخلص منها صعبا ومعقدا ويحتاج إلى الكثير من التكاليف لمعالجته لدرجة تسمح بالتخلص منه دون ضرر على مكان التخلص أو الصحة العامة .

ومن أكثر الدول معاناة من هذه المشكلة هى الولايات المتحدة الأمريكية فقد لوثت مخلفات الصناعة السائلة الكثير من أنهارها وبحيراتها العذبة فمات ما بها من أسماك وحظر بها الاستحمام وألغى استخدامها كمصدر لمياه الشرب وأصبحت مشكلة تلوث المياه من أهم المشكلات التى تعترض هذه الدولة بل يعتبرها البعض أهم المشكلات التى يجب العمل على إيجاد حل سريع لها .

وليس أمر معالجة المخلفات الصناعية عسيرا ، وقد نصت قوانين غالبية الدول على المعايير اللازم توفرها للسماح بصرفها فى أماكن التخلص المختلفة غير أن هذه القوانين غير معمول بها إذ لو طبقت نصوصها لكان حكما على كثير من الصناعات بالتوقف لارتفاع تكاليف منتجاتها نظير ما تتحمله من مصاريف لمعالجة مخلفاتها السائلة مما يجعلها تعجز عن منافسة صناعة الدول الأخرى ، والسوق العالمية هى أكبر مصدر تعتمد عليه الصناعة فى تسويق منتجاتها .

ويجب على الدول الآخذة فى التصنيع مداركة الأمر قبل استفحاله وأخذ التجربة من الدول التى سبقتهم فى التصنيع وتجنب ما وقعت فيه من أخطاء مما جعلها تصل إلى ما هى عليه الآن وذلك بدراسة تكاليف طريقة صرف مخلفات المصنع

بطريقة صحية جنبا إلى جنب مع تكاليف إنشائه واقتصادية تكاليف منتجاته — ومن الأمثلة التى توفر فى طريقة التخلص من مخلفات المصانع السائلة هو إنشاء المصانع على شواطىء بحار يمكن التخلص بها مباشرة من مخلفاتها دون ما حاجة إلى المعالجة ودون أى ضرر على الصحة العامة، أو بإنشاء مصانع مختلفة متجاورة يمكن بخلط مخلفاتها من أن تتعادل وبذا لا تحتاج إلى معالجة تذكر للتخلص منها. وبعض الصناعات يمكن التخلص من مخلفاتها بالرى دون إضرار بالزراعة. لذا يرى إنشائها فى أماكن يمكن زراعتها.

مكونات مخلفات الصناعة السائلة :

لا يمكن إعطاء بيان لمحتويات مخلفات الصناعة السائلة بحيث تكون مواصفات عامة لجميع أنواع الصناعات إذ أن لكل خصائصها ومكوناتها وما يمكن هو حصرها فى مجموعات متقاربة فى نوع مخلفاتها السائلة.

١ — مصانع ينتج عنها مخلفات سائلة بها مواد عالقة كثيرة مثل :

مصانع تقطير الفحم الحجرى - مصانع التعبئة والتغليف - مصانع الورق - المدابغ - مصانع البيرة - مصانع الخمور.

٢ — مصانع ينتج عنها مخلفات بها مواد صلبة ذائبة :

المدابغ - مصانع كيمائية.

٣ — مصانع بمخلفاتها مواد زيتية ودهنية.

حقول البترول - تكرير البترول - المدابغ - مغازل الصوف - المغاسل.

٤ — مصانع بمخلفاتها مواد سامة :

مصانع الطلاء بالكهرباء - مدابغ - معامل الطاقة الذرية - مصانع كيمائية.

٥ — مصانع مخلفاتها قلوية :

المدابغ - مصانع النسيج - مغاسل - مصانع كيمائية.

٦ — مصانع مخلفاتها حمضية :

مصانع الحديد والصلب ـ مصانع الطلاء بالكهرباء ـ مصانع كيمائية .

٧ — مصانع مخلفاتها بها نقص بالاكسجين الذائب :

مصانع تكرير السكر ـ مصانع تكرير البترول ـ مصانع البيرة ـ مصانع الألبان ـ مصانع الخمور ـ المغاسل ـ المدابغ ـ مصانع النسيج .

من هذا يتضح مدى التأثير السيء الضار الذى يحيق بمكان التخلص عندما تصرف به مخلفات صناعية سائلة ـ كالموضحة بعاليه دون معالجة .

وأماكن التخلص من مخلفات الصناعة السائلة هى نفسها أماكن التخلص من المياه المنزلية ألا وهى الكتل المائية أو رى الأراضى مضافا إليها التخلص بالمجارى العمومية ؛ ولكل من أماكن للتخلص معايير يشترط توفرها بمخلفات الصناعة قبل السماح بصرفها به .

فيشترط للصرف بالكتل المائية أن يحافظ على الحياة بها وإلا تمنع الاستفادة من الأنهار أو البحيرات العذبه فى أن تكون مصدرا لمياه الشرب ورى الأراضى ، وألا تحولها المخلفات إلى مجارى آسنة ذات رائحة كريهة أو لون منفر وألا تؤثر على الملاحة والملاحين المنتفعين بها ولا على المنشآت المقامة عليها كما لا تؤثر على التنزه والسباحة بها .

ويشترط للصرف بالرى ألا تؤثر على مسام الأرض بانسدادها أو على نمو المزروعات بها ـ ويشترط للصرف بالمجارى العمومية ألا تؤثر على منشآتها أو على أعمال المعالجة وبالأخص على البكتريا إذ هى عامل هام فى عملية المعالجة كما لا تؤثر على العاملين بالمرفق .

والشروط والمعايير بالتفصيل موضحة بالباب الخاص بذلك الذى سيأتى فيما بعد

طريقة معالجة مخلفات الصناعة السائلة :

مخلفات الصناعة السائلة هى مياه لوثت باستخدامها فى أغراض الصناعة المختلفة

وهى عبارة عن مياه عادية قد تحتوى على مواد صلبة أو سائلة أو غازية أوعليها مجتمعة ، ومن هذه المواد ما هو سام ومنها الحمضى والقلوى وكل مجموعة من مجموعات مخلفات الصناعة تحتاج إلى دراسة لاستخلاص أفضل وأنجح الطرق لمعالجتها والتخلص منها ـ وهى تعالج تقريبا بنفس الطريقة التى تعالج بها مياه المجارى المنزلية غير أنها لا تماثلها تماما فليست جميع الطرق التى تنجح فى معالجة المياه المنزلية تنجح فى معالجة مخلفات الصناعة السائلة .

وتستخدم الكيمائيات فى معالجة مخلفات الصناعة أكثر من استخدامها فى معالجة المياه المنزلية ويرجع السبب فى ذلك إلى : إما لصغر الحيز المتاح بالمصنع لإنشاء أحواض المعالجة ، أو للحصول على سيب غير منفر المنظر أو اللون ، أو لما قد نحصل عليه من منتجات جانبية نتيجة هذه المعالجه ، أو لأنها الطريقة المثلى للمعالجة .

وأكثر الكيماويات استعمالا لمعالجة مخلفات الصناعة هى الجير ـ النحاس الشبه ـ رماد الصودا ـ كبريتات الحديد ـ حامض الكبريتيك ـ ثانى أكسيد الكربون ـ الكلور ومركباته .

وتنحصر المعالجة الميكانيكية فى المعالجة بأحواض التصفية المزودة بالشبك — وأحواض الترسيب — التبخير — والطرق الطبيعية لإزالة الحمأة وتجفيفها .

وغالبية مخلفات الصناعة السائلة تعالج بمرورها بالمصافى وأحواض التصفية بغض النظر إن كان يتبعها معالجة أخرى من عدمه .

وفيما يلى أمثلة توضح باختصار طريقة معالجة المخلفات السائلة لبعض الصناعات .

١ — مخلفات الألبان :

من أكثر الصناعات انتشارا وتغلغلا هى صناعة الألبان ومنتجاته ويمكن تصنيف مخلفات صناعة الألبان ومنتجاتها إلى :

١ — مخلفات اللبن الطازج .

٢ — مخلفات الزبد .

٣ — مخلفات الجبن .

وتختلف هذه المخلفات خلافا بينا ، فبينما هى مركزة فى بعضها فهى مخففة فى البعض الآخر .

والجدول الآتى يبين تحليل عينة من اللبن وبعض منتجاته :

المادة	النسبة المئوية						جزء / المليون	
	للمواد الصلبة	للمواد العضوية	للرماد	للدهون	للسكر	للبروتين	الأكسجين الحيوى الممتص فى ٥ أيام	أكسجين مذاب
اللبن بكامله	١٢ر٥	١١ر٧	٠ر٨٠	٣ر٦	٤ر٥	٣ر٨	١٠٢٥٠٠	٣٦٧٥٠
القشدة	٨ر٢٣	٧ر٤٥	٠ر٧٨	٠ر١	٤ر٦	٣ر٩	٧٣٠٠٠	٣٢٢٠٠
لبن الخض	٧ر٧٥	٦ر٨٨	٠ر٨٧	٠ر٥٠	٤ر٣	٣ر٦	٦٤٠٠٠	٣٨٦٠٠
ماء الجبن (شرش)	٧ر٢٠	٦ر٤٠	٠ر٨٠	٠ر٤٠	٤ر٤	٠ر٨	٣٢٠٠٠	٢٥٩٠٠

وتأثير هذه المخلفات على المجارى المائية يختلف اختلافا بينا فبينما هى ذات فائدة للحيوان والنبات فهى فى منتهى الخطورة على حياة الأسماك وتلوث المجارى المائية بحيث تجعلها غير صالحة لأن تكون مصدرا اقتصاديا لمياه الشرب كما تحيل المجرى إلى مياه عفنة تنبعث منها الرائحة الكريهة، وحسب كميتها ونسبتها لكمية الكتلة المائية فإما أن تصرف بها خام إن كانت درجة التخفيف كبيرة أو تعالج بدرجة بسيطة أو عالية تبعا لدرجة التخفيف .

ويمكن التخلص منها بالرى بعد معالجتها بأحواض التصفية والشبك إذ بذلك نتخلص مما بها من أوساخ أو أتربة وغيرها من المواد كبيرة الحجم ، وبذا تصبح غير ضارة بالأرض أو بالمزروعات .

والمخلفات ضعيفة القوى يمكن معالجتها بأحواض التحليل بمدة بقاء تتراوح بين ٢٤ و ٧٢ ساعة وتفضل أحواض إمهوف لأنها تفوقها كفاءة وتقل عنها فى التكاليف — وتعالج (إذا لزم) المياه الخارجة من أحواض التحليل بمرشحات الزلط بمعدل يتراوح بين ٢٠٠٠ ، ٨٠٠٠ م^{٣}/ للفدان / اليوم وهذا المعدل يتوقف على الأكسجين الحيوى الممتص اللازم وعمق المرشح ، ويلزم معالجة السيب الخارج من المرشحات فى أحواض ترسيب مدة البقاء بها حوالى ١٠ دقائق، أما إذا أريد الحصول على سيب نقى شفاف فيعالج سيب المرشحات الزلط فى مرشحات رملية بمعدل يتراوح بين ٣٠٠ م^{٣} ، ٤٠٠ م^{٣} / للفدان / اليوم .

وقد أثبتت التجارب أن معالجة مخلفات الألبان بطريقة الحمأة المنشطة غير عملى وان المروبات مفيدة لمعالجتها إلا أنها تحتاج لإشراف دقيق وتكاليف مرتفعة للتشغيل عن المعالجة بمرشحات الزلط .

٢ — صناعة الورق :

إن المخلفات السائلة لصناعة الورق كبيرة الكمية وتحتاج لجهد للتخلص منها — فالورق يصنع من عدة ألياف بنسبة مختلفة وأكثرها نسبة هى الألياف

الخشبية إذ تبلغ حوالى ٩٠ ٪ و ١٠ ٪ الباقية هى ألياف يتم الحصول عليها من الكرمة والقش والورق القديم وغير ذلك من المواد ذات الألياف .

وتدمج هذه المواد بعضها ببعض وتطحن ثم تطبخ وتمر الطبخة على عدة عمليات مختلفة ، والثلاث مراحل الأخيرة منها هى مرحلة الكبريتيت ثم الكبريتات ثم الصودا وفى أثناء هذه المراحل تتعرض الطبخة للجير ولعدة تفاعلات كيمائية ولماء غزير .

ومخلفات هذه الصناعة تؤثر تأثيراً سيئاً على مياه الكتل المائية التى تصرف بها إذ تعمل على خفض نسبة اكسجينها الذائب لارتفاع كمية أكسجينها الحيوى الممتص لما تحويه من ألياف المواد العضوية — ولذا فهى تعمل على القضاء على حياة الأسماك بالكتلة المائية وتزيد فى قلويتها لما تحويه من صودا وكبريتات ، وتغير لون مائها وتكون الخبث الطافى على سطحه وتزيد من عكارته وعسره بما تصرفه من طمى ورواسب جيرية .

ويلزم معالجة المخلفات السائلة لكل مرحلة من مراحل التصنيع على حدة إذ نحصل بهذا على منتجات جانبية ذات أهمية — ومن هذه المنتجات الجانبية نحصل : من الألياف المرسبة الجافة على وقود جيد كما نحصل من معالجة ألياف أخرى على ورق للأسطح ، كما أن ٩٨٪ من المواد ذات الألياف العالقة بالمياه بدلا من صرفها مع المخلفات السائلة ترسب وتحتجز ويعاد استخدامها — ورواسب الجير من الصودا والكبريتات يمكن تجفيفها بالترشيح أولا ثم بالتسخين ثم تجهز وتباع كجير مخصب للأرض الزراعية أو للتبييض أو يحرق لإعادة استخدامه فى عملية تصنيع الورق .

ومياه غسيل الورق وكذا المياه البيضاء من ماكينات تصنيعه تعالج فى أحواض ترسيب قبل التخلص منها بالكتل المائية أو قبل إعادة استخدامها ، إذ بهذه المعالجة يتم ترسيب حوالى ٩٨٪ من الألياف العالقة وأكثر من ٩٠٪ من الطمى .

وعموما فبمعالجة مخلفات صناعة الورق معالجة سليمة يمكن الاستفادة بكثير من مكونات هذه المخلفات وعدم خلق أى متاعب بصرفها بعد ذلك بالكتل المائية .

٣ — ذبح الماشية وتعليب اللحوم :

مخلفاتها السائلة تحتوى على الكثير من الدم والدهنيات والفضلات ومواد عضوية مختلفة .

ويبين الجدول التالى محتويات المخلفات السائلة الخام لتعليب اللحوم — وكذا السيب الخارج من كل وحدة من وحدات معالجتها وموضحة بأجزاء فى المليون :

المواد	السيب الخارج من				النسبة المئوية الكلية للإزالة
	السائل الخام	حوض التصفية وفصل الشحوم	حوض الترسيب	مرشحات الزلط	
مجموع المواد الصلبة	٣٣٤٥	٣٣٥٩	٢٢٦٨	٧٤٧	٧٨ر٩
المواد العالقة	٨٤٦	٦٩٥	١٧٦	٤٠	٩٥ر٣
الأكسجين الذائب اللازم	٧٠٠	٧٢٢	٣٧٢	٥٢	٩٢ر٦
الأكسجين الحيوى الممتص	١٢٦٦	١١٩٠	٦٧٢	١٠٨	٩١ر٥
الأزوت كنشادر حر	٢٢ر٨	٢٢ر٨	٢٥	١٠ر٦	٥٣ر٥
مجموع الأزوت العضوى	١٤٥ر٣	١٣٢ر٦	٧٤	٨ر٠٠	٩٤ر٥
كلوريد	٨٦٠ر٠	٦٥٣	٦٩٦	—	—
شحوم	٥٠٠ر٠	٣٤٥	١٠٧	٢٣ر٠٠	٩٥ر٤

ومقدار تلوث السائل الخام يبلغ عشرة أضعاف إلى خمسة عشر ضعفاً لقوة تلوث مياه المجارى المنزلية خاصة بالنسبة لجملة المواد الصلبة والأكسجين الحيوى الممتص .

وتعالج هذه المخلفات معالجة كلية .

أولا ـ بأحواض التصفية وفاصل الشحوم ـ وتكشط الشحوم ويتخلص منها ، وهذه الشحوم تختلط بها الحشائش والبذور وغيرها من المواد شديدة التلوث فهى عديمة القيمة ولا تستحق معالجتها فعائد إعادة استخدامها لا يتكافأ إطلاقاً مع ما يصرف عليها من تكاليف لاستخلاصها .

ثم يمر السيب الخارج من أحواض التصفية بمصافى ذات ثمانى فتحات بالبوصة لإزالة المواد العالقة التى قد تسبب متاعب فى أحواض المعالجة التالية ولا ينصح باستخدام مصافى دقيقة الفتحات لما ينجم منها من متاعب نتيجة كثرة انسدادها .

يعالج بعد ذلك السيب فى أحواض ترسيب بمدة بقاء تتراوح بين ـ ساعتين وأربع ساعات ، ومن المستحسن التخلص ميكانيكياً بصفة مستمرة من الرواسب ـ ويفضل البعض استخدام أحواض ترسيب من ذات الطابقين ، والسيب الخارج منها يعالج بمرشحات الزلط أو بأحواض التهوية بطريقة الحمأة المنشطة سواء بالهواء المضغوط أو بالإثارة الميكانيكية وكلا الطريقتين أثبتتا نجاحهما فى معالجة هذه المخلفات السائلة .

ويجب أن تكون كل من كمية الهواء ومدة التهوية كافيتين لتخفيف حمل التحميل بالسائل حتى يصبح مساوياً أو مقارباً للحمل بمياه المجارى المنزلية ـ وبذا يمكن التخلص منه بشبكة المجارى العمومية ـ وإن لم يتيسر ذلك بعملية التهوية لقوة تركيز المخلفات السائلة يستحسن استخدام الكيماويات وأن ما نحصـــل عليه من بروتينات نتيجة استخدام الكيماويات يعوض بعض

تكاليف استخدامها - ويمكن ترسيب البروتينات باستخدام حامض الكبريتيك أو مركبات الحديد أو الشبه أو باستعمال أى عامل مؤكسد كالكلور .

٤ — تعليب الخضروات:

وتشمل مخلفاته السائلة الكثير من المواد الصلبة كما أن أكسجينها الحيوى الممتص مرتفع - ولا يمكن إعطاء مواصفة عامة لهذه المخلفات إذ أنها تختلف باختلاف نوع الخضار المعلب كما تختلف باختلاف طريقة تعليبه فلكل مصنع طريقة فى التعليب - وعلى كل فهذا الاختلاف هو اختلاف فى الكم وليس فى النوع فنوع التلوث واحد وطريقة معالجته واحدة - وطريقة المعالجة تشمل تمرير السيب فى الأحواض الآتية :

١ — المصافى الدقيقة - لحجز المواد الصلبة كبيرة الحجم نوعاً .

٢ — أحواض ترسيب عادية - تحجز ما مر من مواد صلبة من المصافى ، وإذا احتاج الأمر لإزالة لون بالمخلفات السائلة وجب استخدام المروبات الكيمائية للمساعدة على سرعة الترسيب وذلك باستعمال الشبه أو الجير وكبريتات الحديد .

وعند استخدام المروبات يجب إزالة الرواسب أولا بأول أو على فترات متقاربة ويمكن الاكتفاء بهذه المعالجة والتخلص من السيب إلا أنه يحتاج إلى نسبة عالية من التخفيف فإن لم تتيسر النسبة المطلوبة من التخفيف وجب معالجة السيب فى مرشحات الزلط وإن لزم عولج بعد ذلك أيضاً بمرشحات الرمل .

٥ — المدابغ :

الجلود الخام محملة بالقاذورات ودباغتها تحتاج إلى نظافتها وحلق ما بها

من شعر واستخدام الجير وبعض الكيماويات ـ لذا فمخلفاتها السائلة تحتوى على أوساخ مختلفة ودم وشعر وأملاح وجير وكثير من المواد العضوية عالقة وذائبة وكذا بعض أجزاء من اللحم ـ ولذا فرائحتها كريهة للغاية ولونها منفر وأكسجينها الحيوى الممتص مرتفع .

وتعالج أولا بالمصافى ثم بأحواض ترسيب عادية أو باستخدام المروبات الكيماوية ومدة البقاء ٣ ساعات .

ويستحسن قبل عملية الترسيب معادلة الرقم الإيدروجينى للمخلفات لخفض نسبة تلوثها المرتفعة وجعله فى حدود ٥ أو ٦ .

وإذا أريد معالجة السيب الخارج من أحواض الترسيب لدرجة أعلا عولج بمرشحات الزلط مع استخدام سيب المرشحات لتخفيف التصرف الداخل لأحواض الترسيب .

٦ — صناعة النسيج:

تختلف المخلفات السائلة لصناعة النسيج من حيث خواصها وكميتها ودرجة تركيز تلوثها تبعاً لنوع النسيج قطناً كان أو صوفاً أو حريراً .

وأهم مراحل النسيج التى ينجم عنها مخلفات تستحق العناية هى :

١ — تبييض القطن

٢ — غسل الصوف

٣ — غلى الحرير

أما آخر مراحل التصنيع وهى الصباغة والطباعة فمخلفاتها السائلة سهلة المعالجة بالمروبات .

١ — تبييض القطن يتم بغليه تحت ضغط مع محلول الجير أو الصودا ومخلفاته السائلة مرتفعة القلوية وتحتوى على مواد دهنية وزيتية ملتصقة بخيوط النسيج ويلزم لنظافتها غسيلها جيدا ـ ويجب معالجة المخلفات السائلة الناجمة من هذه المرحلة معالجة منفصلة عن غيرها من المراحل وذلك بالعمل على تعادلها وترسيب ما بها باستخدام حامض الكبريتيك والسيب الخارج من هذه المعالجة يخلط مع غيره من مخلفات المراحل الأخرى وتعالج سويا بالطرق البيولوجية ويفضل ألا تتم هذه المعالجة إلا بعد خلطها مع مياه المجارى ثم معالجتهما .

٢ — مخلفات غسل الصوف السائلة :

لن صوف الحيوانات عادة ما يكون ملوثا بالدم وملآن بالقاذورات ، لذا يغسل الصوف بالصابون ونترات الصوديوم وينتج من عملية الغسيل سائل يحتوى على كمية من اللانولين وهى مادة عطرية ممزوجة بكمية كبيرة من نترات الصوديوم .

والصوف نوعان : ناعم وبمياه غسيله ٢٠ إلى ٢٥ جرام من اللانولين فى اللتر مما يستحق استخلاصه ، وخشن وبمياه غسيله ٥ إلى ٦ جرام من اللانولين فى اللتر مما لا يستحق استخلاصه منه ، ويبين الديجرام الآتى خطوات المعالجة للنوعين ومتى يسمح بصرفها على شبكة المجارى العمومية .

هذا ويمكن التحكم فى كمية المخلفات السائلة الناجمة من عملية غسل الصوف ونسجه بحيث تكون كميتها قليلة ومعالجتها سهلة يسيرة .

عملية تنقية مخلفات الصوف وطريقة الانتفاع بها

مياه الغسيل من الصوف الناعم } أكسجينه الحيوى الممتص ٩٠٠٠٠ جزء فى المليون

١ — يفصل الصوف من السائل
٢ — يمر فى حوض لحجز الأوساخ والحصول على سائل مكون من :
اللانولين + الصابون + نترات الصوديوم
٣ — ترفع درجة حرارة هذا السائل إلى ٩٠° سنتجراد
٤ — يمر فى جهاز لفصل اللانولين ميكانيكا
٥ — يمر بأحواض ترسيب لعزل المواد العالقة والرواسب تؤخذ إلى أحواض التجفيف
٦ — السيب الخارج من أحواض الترسيب يعالج بأحواض تخمير لمدة بقاء ٣٠ يوما والسيب الخارج منه أكسجينه الحيوى الممتص ١٠٠٠ جزء فى المليون تقريبا

مياه الغسيل من الصوف الخشن } أكسجينه الحيوى الممتص ٩٠٠٠٠ جزء فى المليون

١ — يفصل الصوف

← إلى أحواض الترسيب نمرة ٥

تكملة العملية مع مياه الغسيل من الصوف الناعم

السيب الخارج إلى شبكة المجارى أو إلى أعمال تنقية مياه مجارى المدينة

مياه المجارى العادية للمدينة

شبكة مجارى

← أعمال التنقية

١ — أحواض التصفية
٢ — أحواض ترسيب إبتدائية
٣ — « تهوية
٤ — « ترسيب نهائية

٣ — الحرير :

يغسل خام الحرير بمحلول من كربونات الصوديوم لإزالة ما هو ملتصق بأليافه من أوساخ ومن مواد غريبة كديدان دودة القز الميتة .

والسائل المغلي الناتج من عملية الغسيل رمادى اللون لزج كالجيلى ويحتوى على الصابون والمواد الملونة ومواد عضوية وغير ذلك من المواد وهو ذو رائحة كريهة . ويحتاج كل ١٠٠ رطل من الحرير إلى حوالى ٢٧٥ جالون من المياه وإلى ٢٥ إلى ٣٥ رطل من الصابون لغسيله . ورغم مظهره المنفر فهو سهل المعالجة فيرسب ما به من مواد باستخدام كلوريد الحديد ثم يعالج بعد ذلك بيولوجيا والراسب يجفف بأحواض التجفيف ويستعمل الناتج لتسميد الأرض أو يتخلص منه بدفنه

وتتم عملية الصباغة والطبع بتغطيس النسيج أو غليه فى محلول الألوان وذلك إما قبل أو بعد مروره بالمادة المثبتة للألوان ، ثم يغسل بعد ذلك جيدا إما بمياه نظيفة فقط أو بالصابون — ومخلفات هذه المرحلة درجة تلوثها غير مرتفعة .

ويخلط مخلفات القطن السائلة القلوية مع مخلفات الصوف الحمضية يتم تعادلها دون حاجة إلى استخدام الكيماويات للحصول على هذا التعادل .

وفى كل المراحل يلزم التحكم فى كمية المياه ودرجة تركيز التلوث حتى تكون تكاليف المعالجة من حيث الكم والكيف أقل ما يمكن .

٨ — صناعة الحديد والصلب :

مصدر المخلفات السائلة لهذه الصناعة ناتج من عملية تنظيف ألواح الصلب وغيرها من منتجات المصنع . ويستعمل حامض الكبريتيك وبعض من الأحماض الأخرى فى عملية التنظيف ، لذا فالمخلفات السائلة تحتوى على نسبة كبيرة من

الأحماض وأكسيد أملاح الحديد التى تضر بالكتلة المائية التى تصرف بها كما أنها تغير لونها ، ولو أنها صرفت بالتربة لتسببت فى سد مسامها لكثرة ما بها من رواسب ولذا وجب معالجتها قبل التخلص منها

والطريقة المثالية لمعالجة هذه المخلفات الحمضية هى بمعادلتها وترسيب ما بها من مركبات الحديد ـ وأفضل الطرق الاقتصادية لإجراء هذا التعادل هو إجرائه على مرحلتين ـ الأولى باستعمال الحجر الجيرى ، وفى المرحلة الثانية باستعمال قلوى آخر أكثر فاعلية وأغلى ثمنا ويتم أيضا فى هذه المرحلة ترسيب المواد العالقة .

ويمكن استخلاص بعض الأحماض وبعض مواد تصلح للبناء من هذه المخلفات.

٨ — مخلفات الزيوت :

مصادر التلوث بالزيوت عدة منها مخلفات المراكب وأحواض إصلاحها وآبار البترول ومعامل تكريره .

وهذه المخلفات السائلة تسبب متاعب لعمليات تنقية مياه الشرب من ناحية الطعم والرائحة ، ولشواطىء الاستحمام لما بها من خبث يطفو على سطح الماء ، ولعمليات معالجة مياه المجارى لكثرة ما تكونه من خبث طاف بأحواض الترسيب وما تسببه من انسداد لمرشحات الزلط ـ ولم يتوصل بعد إلى طريقة مثالية لمعالجته وأفضل طريقة هو التخلص مما به من خبث فى أحواض فصل الشحوم ثم جمعه ودفنه أو حرقه ، أما السيب فيحرق أو يعاد إلى عملية التكرير .

٩ — مصانع الأدوية :

تحتوى المخلفات السائلة لمصانع الأدوية على نسبة عالية من التلوث العضوى ويتراوح الأكسجين الحيوى الممتص بهذه المخلفات بين ٢٥٠٠ ، ٥٠٠٠ جزء/ المليون ، وتعالج إما بالتبخير وحرق الرواسب أو بالترسيب بأحواض تحليل

ثم الترشيح بمرشحات الزلط يتبعها الترشيح بمرشحات الرمل فينخفض بذلك الأكسجين الحيوى الممتص إلى ٤٠ جزء فى المليون - ويمكن الاستفادة من بعض مخلفات صناعة البنسلين والمضادات الحيوية الأخرى باستعماله كعنصر غذائى للحيوانات .

١٠ — صناعة المعادن :

المخلفات السائلة لصناعة المعادن عموما ومصانع الطلاء بالكهرباء خصوصا تعتبر من أكثر المخلفات الصناعية السائلة احتواء على المواد السامة كالأحماض والسيانور ، لذا لا يسمح بصرف هذه المخلفات خام فى الكتل المائية التى تستخدم كمصدر لمياه الشرب أو عرضة لشرب الحيوانات منها ، كما لا يسمح بصرفها فى شبكات مواسير المجارى إن كانت مياه المجارى بعد تجميعها ستعالج بيولوجيا - ويجب معالجة هذه المخلفات بالكيماويات لدرجة تقضى على خطورتها وما بها من سموم حتى يسمح بصرفها فى الكتل المائية أو شبكة الصرف الصحى، والطرق الكيماوية تختلف باختلاف نوع الصناعة فتعالج مخلفات عملية الطلاء الغير محتوية على سيانيلات أو كرومات برفع درجة (ق يد) إلى ٨ أو أكثر باستعمال الصودا الكاوية او الجير لمعادلة ما بها من حمضية زائدة وترسيب أيونات المعادن على هيئة هيدروكسيدات أو أملاح قاعدية - وهناك عدة طرق للتخلص من السيانيدات وأكثرها استعمالا هى إضافة الكلور فى وسط قلوى وبذا تتأكسد السيانيدات إلى سيانات وهى أقل خطورة من السيانيدات، وباستمرار إضافة الكلور يمكن إزالة كل آثار السيانات أيضا ثم يعالج المحلول الخالى من السيانيد بإضافة قلويات لترسيب أملاح المعادن بالطريقة سالفة الذكر .

ويتخلف من عملية الطلاء بالكروم الكرومات ويمكن التخلص منها بالاختزال بواسطة ثانى أكسيد الكبريت أو أملاح الكبريتيت أو البيكبريتيت

أو أى عامل مختزل آخر فيتحول الكروم إلى ثلاثى التكافؤ الذى يمكن التخلص منه بالترسيب بعد رفع درجة (ق يد)

والمياه بعد التخلص من المعادن يمكن إعادة استخدامها فى هذه الصناعة .

١١ — المخلفات السائلة للمصانع المختصة بالمواد الذرية :

المخلفات السائلة لمصانع المواد الذرية وبعض معامل الأدوية التى تستخدم النظائر المشعة تحتوى على مواد مشعة ـ وللآن لا توجد طريقة معروفة للتخلص من التلوث الذرى وكل ما يتخذ حيال مخلفاتها السائلة هو تخزينها لمدة طويلة لتقليل حجمها ـ والتخزين فى حد ذاته وسيلة ناجحة وفعالة للتخلص من النظائر قصيرة العمر حيث تفقد قدرتها الإشعاعية بتخزينها مدة طويلة وبذا يمكن التخلص منها دون ضرر ـ ولا تصلح هذه الطريقة للمخلفات المحتوية على نظائر مشعة طويلة العمر إذ تحتاج إلى التخزين لمدة طويلة جدا وبالتالى أحواض كبيرة للتخزين يلزم لإنشائها تكاليف كبيرة ولذا تتبع طريقة التبادل الأيونى لتركيز المواد المشعة إلى درجة يمكن معها التخلص منها بالدفن أو الحرق دون خشية أضرار منها .

١٢ — مصانع البيرة :

وهذه المخلفات ضئيلة التلوث ويمكن صرفها مباشرة بالمجارى العمومية إن وجدت وسمحت سعتها ، أو معالجتها بالترسيب وتستخدم فى رى الأراضى ، أو بالترسيب والترشيح وتصرف بالكتل المائية المجاورة .

وهناك عدة صناعات أخرى لم تذكر كمصانع الغراء والبوية والبلاستيك ومصانع الفخار وغيرها ولا تخرج فى طريقة معالجتها عما ذكر من استعمال المصافى وأحواض التصفية كأساس ثم حسب مقتضيات الحال أما التخلص دون حاجة لمزيد من المعالجة أو باستعمال الترسيب العادى مع ما قد

يلزم من الكيماويات المختلفة إما لسرعة الترسيب أو التعادل أو إزالة اللون أو الأكسدة أو تحويل مواد ضارة إلى أخرى غير ضارة ، وإن لزم فالتهوية إما بمرشحات الزلط أو بطريقة الحمأة المنشطة بالهواء المضغوط أو الإثارة الميكانيكية ، ثم قد يلزم المعالجة بعد مرشحات الزلط بمرشحات الرمل ، هذا بخلاف المواد المشعة والتى ذكر تفصيلها .

من ذلك يتضح أن غالبية المخلفات الصناعية السائلة تحتاج إلى تكاليف لمعالجتها لإمكان التخلص منها مما جعل منها مشكلة ، وأصبحت طريقة معالجتها لدرجة لا تضر بمكان التخلص أو الصحة العامة مع مراعاة الناحية الاقتصادية موضع اهتمام الدول والهيئات العلمية ومراكز البحوث المختلفة .

الباب السابع عشر

الصرف الصحى للمبانى المنعزلة

يطلق اسم المبانى المنعزلة على المبانى المحرومة من خدمة مرفق المجارى العمومية .

وقد تكون المبانى المنعزلة عبارة عن مبنى واحد أو عدة مبانى متباعدة . أو متجاورة أو قرى أو مدن بأكملها .

ويمكن تقسيم المبانى المنعزلة إلى قسمين رئيسيين :

أولا : مبانى مزودة بمرفق مياه الشرب أو لها مصدر كاف خاص بها من هذه المياه ويدخل تحت هذه القسم الآتى :

١ — قرىأو مدن بأكملها ولم ينشأ لها بعد مشروع عام للصرف الصحى

٢ — أحياء بأكملها من مدن بها مشروع عام للصرف الصحى ولم ينشأ مشروع خاص بها أو مشروع لتوصيلها للمشروع القائم .

٣ — مبانى متفرقة أومتجاورة ومتخللة مدينة بها مشروع للصرف الصحى إلا أنها إما غير مستوفاة لشروط الصرف الصحى لتوصيلها أو لم تمد لها شبكة المجارى اللازمة لتوصيلها ، أما لعدم قدرة المرفق القائم لاستيعاب تصرفها أو لعدم توفر المبالغ اللازمة لمشروع توصيلها .

٤ — مبنى أو عدة مبانى منعزلة عن المدينة وليس من الاقتصاد إنشاء مشروع خاص بها أو مشروع لتوصيلها بمجارى المدينة .

ثانيا : مبانى ليس لها مصدر كاف من مياه الشرب مما يتعذر معه تجميع مخلفاتها السائلة فى مواسير وتشمل :

١ — قرى صغيرة مزودة فقط بحنفيات عمومية لمياه الشرب .

٢ — عزب أو مبانى منعزلة متباعدة يوفر سكانها كل بطريقته الخاصة مياه الشرب اللازمة له .

الطرق المختلفة للصرف الصحى للمبانى المنعزلة :

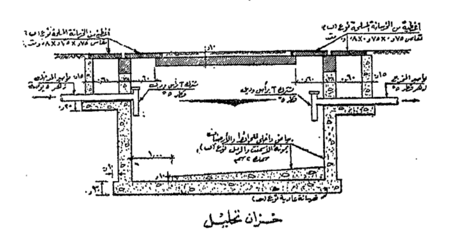
أولا : مبانى مزودة بمرفق مياه الشرب أو لها مصدر كاف خاص بها :

يجب أن ينشأ للمبنى جميع الأجهزة الصحية طبقا للمواصفات والاشتراطات السابق التنوية عنها ، ومن غرفة تفتيش المبنى النهائية توصل المخلفات السائلة إلى أعمال المعالجة وهى عبارة عن أحواض ترسيب والسيب الخارج منها يرشح ويتم التخلص منه .

خزان التحليل :

وحوض الترسيب المستخدم هو خزان تحليل ، وهو عبارة عن حوض أصم يبنى من الخرسانة أو من الطوب أو الدبش ويخفق بالمونة ، والغرض منه هو ترسيب المواد العالقة وحجز المواد الطافية وتحليل وتخمير الرواسب لتقليل حجمها بغرض عدم إزالتها إلا على فترات متباعدة تبلغ عدة سنوات ، ويتم التحليل بالبكتريا اللاهوائية فتحيل بعض المواد العضوية إلى سائل وغاز ولما كانت غالبية الغازات المكونة من عملية التحليل هو غاز كبريتور الايدروجين ذو الرائحة الكريهة ، لذا يجب أن يسقف الخزان ببلاطات من الخرسانة المسلحة تغطى الحوض بأحكام أو ينشأ السقف من قطعة واحدة

من الخرسانة المسلحة ، ويزود بفتحتين وسلالم لاستخدامها عند تنظيف الحوض أو ترميمه . . وموضح بالشكل رقم (١١٨) خزان تحليل .



خـزان تحليل

شكل رقم (١٨٨)

تصميم الخزان :

يراعى فى تصميم الخزان الآتى :

١ — أن تكون سعته مساوية لما يرد إليه من تصرف فى فترة تتراوح بين ١٢ ساعة و ٤٨ ساعة على الأكثر حتى لا يتعفن السيب الخارج منه . . مع احتساب تصرف الفرد المنتفع من الخزان بكمية تتراوح بين ١٠٠ ، ٢٠٠ لتر / اليوم مع مراعاة ألا يقل حجم الخزان عن ٥ر٢م٣ .

٢ — عمق الماء بخزان التحليل تتراوح بين ٢٠ر١ ، ٥٠ر١ مترا مع إنشاء قاعه بميل ١ : ١٠ فى اتجاه مدخل الحوض ، إذ أن غالبية المواد العالقة ترسب عند المدخل وتقل تدريجيا كلما بعدت عنه ، وأن يكون طول الحوض ضعف أو ثلاثة أمثال عرضه .

٣ — أن تدخل المياه الحوض وتخرج منه بواسطة مشترك كما هو موضح بالشكل رقم ١١٨ حتى تحجز المواد الطافية من الخروج مع السيب الخارج من

الحوض . وقد يستخدم حاجزين من الخشب أو الخرسانة مع مشتركى المدخل والمخرج أو بدونهما بغرض كسر حدة اندفاع الماء بالحوض علاوة على حجزها الخبث من الخروج منه ، ويراعى فى أعماق المشتركات أو الحواجز ألا تكون عميقة لدرجة تثير الرواسب بالحوض .

٤ — يستحسن إنشاء حوضين للتصرفات الكبيرة نوعا ليمكن عند تنظيف أو ترميم أحد الحوضين أن يستمر الآخر فى العمل وفى هذه الحالة تكون السرعة بالحوض بالعمل أكبر من السرعة التصميمية ومدة البقاء به أقل ، إنما أفضل من استخدام حوض واحد تتوقف العملية كلية بتوقفه .

٥ — يستحسن إنشاء حجرة تفتيش عند مدخل الحوض ومخرجه ليمكن منها تسليك المواسير ، وعند تطهير الحوض ترفع البلاطات الخرسانية للسقف أو تفتح فتحتى السقف المسمط وتنزح منه المياه ثم يبدأ فى عملية التطهير ويستحسن لو تمت فى ليلة واحدة ، والرواسب المخمرة هى سماد جيد يصلح لتسميد الأرض .

والمياه الخارجة من خزان التحليل ما زالت تحمل حوالى ٣٠ ٪ من المواد العالقة الدقيقة التى لم ترسب به ، كما تحتوى على الكثير من البكتريا الضارة لذا . . يجب أكسدة هذه المواد العضوية وتحويلها إلى مواد ثابتة لاضرر منها والقضاء على البكتريا الضارة ويتم ذلك باحدى العمليات الآتية :

(ا) الرى السطحى .
(ب) التسرب فى باطن الأرض
(ج) الترشيح .

١ — الرى السطحى :

يمكن التخلص من مخلفات المنازل مباشرة دون أى معالجة برى الأراضى

الزراعية المسامية ، ومقنن الفدان من مياه المجارى الخام حوالى ٣٠م٣ / اليوم على شرط مراعاة حرثه وعزيقه لعدم انسداد مسامه ، وتكملة ما قد تحتاجه الأرض من مياه بالمياه العادية من الترع أو الآبار.

وإن كان من الممكن التخلص من مخلفات المنازل السائلة مباشرة دون معالجة بالرى فمن باب أولى يمكن التخلص منها بنفس الطريقة والشروط من المياه المرسبة غير أن المقنن فى هذه الحالة يزيد إلى ٥٠ م٣ / اليوم ولا حاجة لاستخدام مياه عادية للمساعدة فى الرى .

ويجب مراعاة عدم السماح بتكوين قشرة من الحمأة فوق سطح الأرض ليس فقط لمنع انسداد مسامها بل لمنع توالد الذباب عليها أيضا .

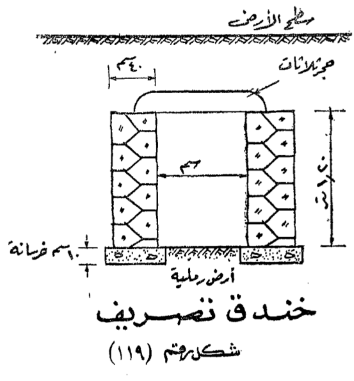
ويجب عدم زراعة هذه الأرض إلا بأشجار خشبية أو محاصيل تدخل النار قبل تناولها أو أشجار موالح مع إعدام ما يسقط من ثمار على الأرض أو تطهيره جيدا .

(ب) التسرب فى باطن الأرض:

يتم التخلص من السيب الخارج من خزان التحليل بالتسرب فى باطن الأرض بإحدى الطرق الآتية:

١ — خندق التصريف :

وهو عبارة عن خندق كما فى شكل (١١٩) تبنى حوائطه من الدبش على الناشف دون استخدام مونة للصق العراميس ، غير أنه للاطمئنان على عدم انهيار الحوائط يلصق بالمونة مدماك أفقى كل مدماكين ، ويترك قاع الخندق دون أى مبانى أو دكة ويستحسن فرشه بطبقة من الملح بسمك ٥ سم لتحليل المواد المخاطية أو الدهنية.



خندق تصريف

شكل رقم (١١٩)

وعرض الخندق عادة ٦٠ سم لإمكان تغطية سقفه بحجر الثلاثات دون الحاجة إلى بلاطات خرسانية مسلحة ويردم فوق حجر الثلاثات بسمك لا يقل عن ٢٥ سم وعمق الخندق عادة حوالى ١٢٠ سم ويجب ألا يزيد بأى حال عن ١ر٥ متر اذ أن البكتريا الهوائية الأساسية فى عملية تثبيت المواد العضوية يكاد ينعدم وجودها على عمق من سطح الأرض يزيد عن ذلك .

ومعدل التسرب للتربة يختلف باختلاف مسامها، فبينما هو مرتفع بالأرض الرملية الحرشة ، فهو يقل فى الأرض الرملية الناعمة ، ويكاد ينعدم بالتربة الطينية المتماسكة ، وينعدم كلية بالتربة الصخرية . . ويبلغ هذا المعدل للتربة الرملية الحرشه حوالى ٢٠٠ لتر / اليوم / المتر المسطح الجاف لداخل خندق التصريف — ويستحسن إجراء تجربة عملية بالموقع لكل حالة للحصول على معدل تسرب المياه بها مع مراعاة أن يكون عمق خندق التجربة مساو للعمق المقترح إنشاء خندق التصريف على منسوبه ، ويلاحظ عند حساب قدرة الخندق على الترشيح أن تقدر بحوالى ٣٠٪ أقل من نتيجة معدل تسرب التجربة

وهذا نظير استمرار التشغيل وما ينتج عنه من تشبع للتربة وضعف كفاءة مسامها مع طول المدة .

ومع طول الزمن قد تتشبع التربة المحيطة بخندق التصريف بالمواد الدهنية والمخاطية وتضعف كفاءة الخندق وعندئذ يلزم كسحه وتنظيفه وكذا تنظيف التربة الملاصقة له ، وإن توفر بالموقع الفضاء اللازم، فإنه من الأفضل اقتصاديا إنشاء خندق تصريف جديد بدلا منه .

ولما تحتاجه هذه الخنادق من مساحة ـ لذا ، لا يمكن إنشائها إلا عندما تتوفر الأرض الفضاء لكل مبنى .

ومن عيوبها تلويث مايحيط بها من تربة ، ولذا يجب عدم إنشاء آبار لمياه الشرب إلا على مسافة منها تتراوح بين ٥٠ ، ١٠٠ مترا ـ كما أن مياه الرشح المتسربة منها تضر بأساسات المباني ؛ لذا يجب إنشائها على بعد كاف منها لا يقل عن أربعة أمتار ـ هذا بالإضافة إلى ما ينجم عنها من تلوث للجو المحيط ؛ وبالأخص عند عملية تطهير خزان التحليل أو خندق التصريف ـ ومع ذلك فهي من الطرق الصحية المعتمدة لتصريف المباني المنعزلة .

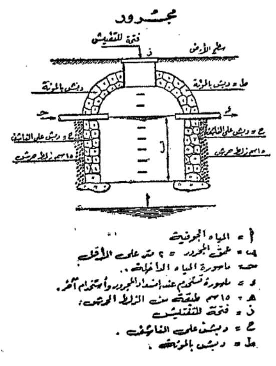
٢ ـ الآبار الإرتوازية :

تستعمل الآبار الإرتوازية بدلا من خنادق التصريف (في حالة عدم توفر الأرض) أو لمساعدتها وهي عبارة عن مواسير توصل بعضها البعض وبقطر لا يقل عن ستة بوصات وتدق داخل قيسون حتى تصل إلى طبقة الزلط أو الرمل الخشن والجزء الأسفل منها به فتحات بعرض حوالي ٢ مم وطول حوالي ٢سم ويوضع حول الماسورة ذات الفتحات زلط رفيع بسمك لا يقل عن ٢٫٥ سم وكذا تحتها بعمق حوالي ٥٠ سم ويتم ذلك قبل رفع القيسون والفائدة من الفتحات هو تصريف المياه والفائدة من الزلط هو المحافظة على الفتحات

من الانسداد ، فإن سدت سحبت المياه من داخل الماسورة بطلمبة قوية فترتفع الرواسب مع المياه المسحوبة ، وفى حالة عدم جدوى هـــذه الطريقة ترفع الماسورة وتدق فى مكان آخر . .

ومن عيوب هذه الطريقة كثرة انسداد الماسورة بشكل يجعل هـذه الطريقة غير مجدية نظرا لكثرة متاعبها .

وقد يبنى البئر الارتوازى من الطوب بقطر لا يقل عن متر وقد يصل إلى ثلاثة أمتار ، وبالعمق الكافى للوصول إلى طبقة الزلط أو الرمل الخشن مع ترك فتحات لتسرب المياه تسدمؤقتا أثناء عملية تغويص البئر وتزال سدود الفتحات عند إتمام تنفيذه ، وفى حالة ضعف كفاءة البئر يزاد تغويصه حتى تلامس الفتحات طبقات جديدة كفء للتصريف — وقد يستخدم البئر دون أن يسبقه خزان تحليل (ويسمى فى هذه الحالة بالمجرور) شكل رقم (١٢٠) فترسب



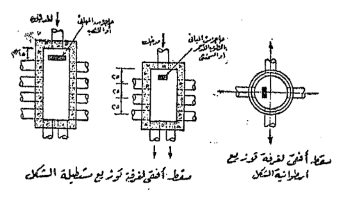
شكل رقم (١٢٠)

بقاعه الرواسب ، وتتحلل بفعل البكتريا اللاهوائية وتتسرب المياه بالتربة من خلال الفتحات ومن قاع البئر — وكلما سارت المياه بباطن الأرض وابتعدت عن البئر زادت درجة تخفيفها بمياه الرشح . . لذا يجب أن تبعد آبار الشرب مسافة لاتقل عن ٥٠ متر عن الآبار الإرتوازية ، أما الرواسب فبتحللها تتحول إلى سوائل وغازات ويقل حجمها ، غير أنه مع الزمن تتراكم وتسد مسام التربة وحينئذ يجب تطهير البئر ، ولذا ينصح بإنشاء خزان تحليل لمعالجة المياه قبل دخولها البئر الارتوازى حتى لا يحتاج إلى تطهير إلا بعد سنوات عديدة .

٣ — المواسير غير ملحومة الرؤوس

ينقل السيب الخارج من خزانات التحليل فى مواسير فخار ملحومة الرؤوس تنقلها إلى مواسير التوزيع — وهى عبارة عن مواسير فخار عادية ليس لها رؤوس ، ولاتلحم المواسير بل يترك بينها فراغات تبلغ حوالى ٥ر١ سم ليمكن للسائل التسرب من خلالها لباطن الأرض ، ويستحسن حماية هذه الفراغات بلف الجزء العلوى من المواسير عندها بقطعة من الورق أو الخيش المقطرن حتى لا تتسرب الأتربة داخل مواسير التوزيع — وتوضع أنابيب التوزيع فى خنادق منحدرة انحدارا خفيفاً يتراوح بين ١ : ٣٠٠ أو ١ : ٥٠٠ وعرضها حوالى ٥٠ سم ثم يملأ الخندق حتى منسوب يعلو راسم الماسورة العلوى ببضع سنتيمترات بكسر الطوب أو الحجر أو الزلط ليساعد على تسرب المياه .

وفى الأرض المنبسطة توضع المواسير فى خط مستقيم أو خطوط مستقيمة وبشرط ألا يزيد طول كل خط عن ٣٠ متر ، ويلزم فى الحالة الأخيرة إنشاء غرفة توزيع شكل رقم (١٢١) تستقبل التصرف الوارد من خزان التحليل فى الماسورة ملحومة الوصلات ويخرج منها خطوط التوزيع المختلفة كما فى



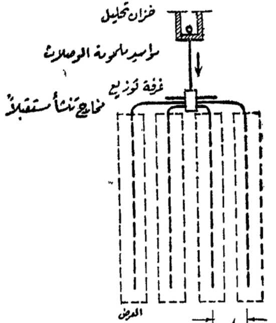
شكل رقم (١٢١)

شكل رقم (١٢٢) ويمكن أن تمد الماسورة ملحومة الوصلات ويخرج منها تباعا خطوط التوزيع .

ويستحسن فى حالة تصريف المياه فى باطن الأرض بواسطة خطوط المواسير غير ملحومة الرؤوس أن تزود خزانات التحليل الكبيرة بسيفونات دفق أوتوماتيكية حتى يتم دفق المياه بكمية كبيرة وبدفع قوى وبذا نضمن وصول المياه لمختلف خطوط المواسير وكافة أطوالها بعكس ما إن كانت المياه تخرج من الحوض بكميات قليلة تتسرب جميعها إلى أجزاء المواسير القريبة من خزان التحليل دون الأجزاء البعيدة عنه فتتحمل بذلك الأجزاء القريبة كل الحمل وتبقى الاجزاء البعيدة معطلة عن العمل مما يخل بالعملية ويضعف كفاءتها وينتهى بها إلى الفشل .

(ج) الترشيح :

لا يمكن المعالجة والتخلص من السيب الخارج من خزانات التحليل بالرى أو بالتسرب بباطن الأرض أن كانت التربة طينية متماسكة أو صخرية لذا يتبع فى هذه الحالة طريقة الترشيح ، وذلك باستعمال خنادق الترشيح أو ما يماثلها من طرق كاستخدام المواسير الغير ملحومة الرؤوس الموضوعة بخنادق من الرمل والزلط وفيما يلى نوضح طريقة خنادق الترشيح .



مواسير الصرف الجوفى فى أرض مستوية

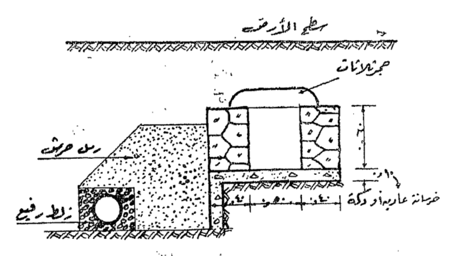
شكل رقم (١٢٢)

خندق الترشيح :

وهو كما فى شكل رقم (١٢٣) عبارة عن خندق مبنى من الطوب أو الحجر على الناشف أو بمونة ضعيفة، وعرضه الداخلى حوالى ٣٠ سم وارتفاعه حوالى ٦٠ سم وسقفه معقود بأحجار الثلاثات وقاعه عبارة عن فرشة من كسر الطوب أو الحجر وينشأ ملاصقا له طبقة رملية خشنة وبأسفلها خط المواسير من الفخار الحجرى أو مواسير أسمنتية غير ملحومة الرؤوس، وتحاط وصلاتها بالزلط الرفيع .

طريقة التشغيل :

تخرج المياه من خزان التحليل وتنقل فى ماسورة ملحومة الرؤوس هى امتداد لماسورة مشترك مخرج الخزان وتصب بالخندق، ومن حوائطه تتسرب



خندق ترشيح

شكل رقم (١٢٣)

المياه إلى طبقة الرمال الخشنة والتى تقوم تماما بعمل المرشح الرملى ومنها تجمع فى خط المواسير الغير ملحوم الرؤوس والذى ينحدر إلى أقرب كتلة مائية مسموح الصرف بها ، وتصرف بها المياه بالراحة أو بالرفع ، وإن لزم يطهر السيب قبل صرفه بالكلور .

وإن لم يتيسر وجود كتلة مائية قريبة للصرف ، أمكن التخلص من السيب بالرى .

وقد استعملت هذه الطريقة منذ أكثر من ربع قرن لصرف المخلفات السائلة لمدينة العمال بالمحلة الكبرى وكانت عبارة عن عدة خطوط جمعت فى خط رئيسى وصرف فى أقرب مصرف مجاور ، وقد برهنت على كفاءة ممتازة من حيث درجة النقاوة للسيب الخارج منها ، وكذا من جهة قيامها بالتصريف دون حدوث أى متاعب تذكر .

أولا : ارتفاع منسوب مياه الرشح بالمدن المحرومة من المجارى العمومية :

فى حالة ارتفاع منسوب مياه الرشح بالمدينة لا يمكن لخنادق التصريف أو

الترشيح أو المواسير غير ملحومة الرؤوس من صرف المخلفات السائلة للمبانى ، إذ أن مياه المجارى ستختلط مع مياه الرشح ويزيد بذلك ارتفاع منسوبها بالمدينة مما ينتج عنه الطفح بها وبالأخص فى الأجزاء المنخفضة منها — لذا يجب أولا العمل على تخفيض منسوب مياه الرشح قبل استخدام أى من هذه الطرق ويتم ذلك بالآتى :

تنشأ شبكة مواسير بالمدينة على المنسوب المطلوب تخفيض منسوب مياه الرشح إليه وهذه الشبكة تماثل تماماً شبكة مواسير المجارى إلا أن مواسيرها غير ملحومة الرؤوس . ولحماية المواسير من تسرب الأتربة لداخلها وانسدادها تلف رؤوسها بالزلط الرفيع ويترك بالآبار فتحات (شنايش) فتجد مياه الرشح طريقها إلى شبكة المواسير عن طريق هذه الفتحات وهذه الرؤوس الغير ملحومة فتتجمع مياه الرشح بالشبكة وتنحدر الماسورة الرئيسية إلى أقرب كتلة مائية وتصرف بها بالراحة أو الرفع ولا ضرر إطلاقا من صرف هذه المياه دون أى معالجة إذ أنها مياه رشح نقية .

وللاستفادة بهذه الشبكة عند إنشاء مشروع مجارى عام للمدينة رؤى إنشاء المواسير ملحومة الرؤوس والاكتفاء بالفتحات المتروكة بالآبار التى يمكن بنائها وسدها بسهولة عند تحويل الشبكة إلى شبكة للمجارى العمومية .

والمفروض هو استخدام هذه الشبكة لتخفيض مياه الرشح إلا أن الأهالى استخدموها فى صرف مخلفاتهم السائلة فأضرت بأماكن الصرف وبالصحة العامة ضرراً بليغا ولا يمكن للإدارة المحلية من إيقاف هذه المخالفات ، بل عمدت بعض المبانى الحكومية إلى المخالفة . . لذا أبطل إنشاء مشروعات جديدة لتخفيض منسوب مياه الرشح ، فإن كانت الحاجة ماسة وتوفرت الاعتمادات المالية أنشىء مشروع مجارى عام للمدينة .

ثانيا : مبانى ليس لها مصدر كاف لمياه الشرب :

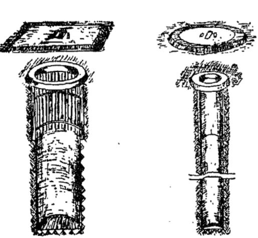
توجه العناية (من وجهة الصرف الصحى) لهذه المبانى إلى التخلص من مخلفات ما بها من مراحيض — ولما كانت كمية المياه المستخدمة فى هذه المبانى ضئيل لا يسمح بنقل مخلفات هذه المراحيض فى مواسير .. لذا فجميع طرق التخلص من مخلفاتها تهدف أولا إلى تجميعها ثم كسحها أو ردمها للتخلص منها، ومن هذه الطرق طريقة الجردل ، وقد سبق الإشارة إليها ، ووزارة الصحة بجمهورية مصر العربية توصى بإنشاء نوعين من المراحيض :

١ — مرحاض الحفرة .

٢ — مرحاض الخزان .

مرحاض الحفرة :

يتكون مرحاض الحفرة كما فى شكل رقم (١٢٤) من الرقبة والقاعدة ، وقطر الحفرة حوالى ٤٠ سم وعمقها حوالى ٥ متر ولاداعى لسندها بشدة . إن كانت الأرض متماسكة وإلا اضطر لسندها بقفص سلكى أو من الجريد أو بأى سندة بسيطة التكاليف .



مرحاض الحفرة

شكل رقم (١٢٤)

ورقبـــة المرحاض عبارة عن أسطوانة من الخرسانة مفتوحة الطرفين وارتفاعها لا يقل عن ٣٥ سم وتركب بأعلا الحفرة عند سطح الأرض وعليها تركب بلاطة المرحاض وإن كان منسوب مياه الرشح مرتفعاً يجب أن يرتفع أعلا منسوب الرقبـة عن منسوب مياه الرشح ويردم حول الجزء الظاهر منه فوق سطح الأرض .

قاعدة المرحاض : وتصنع من الخرسانة المسلحة أو أى مادة صلبة وبها فتحة متوسطة السعة وينحدر سطح بلاطة القاعدة نحو الفتحة حتى لا تركد أى مياه على هذه البلاطة ـــ ولعدم بلل أحذية مستعملى المرحاض تزود البلاطة بدواستان مرتفعتان قليلا عن منسوب البلاطة ومصنوعتان بطريقـة تمنع بقاء أى مياه عليهما إما بميلهما نحو البلاطة أو تخليق مجارى عرضية على طولها تصرف فوراً ما يقع على الدواسة من مياه .

ويحسن أن يكون لفتحة المرحاض غطاء يمنع دخول الذباب إلى الحفرة ونقل العدوى وفى الوقت نفسه هو غطاء للوقاية من سقوط أى شىء بالحفرة وللحد من تصاعد الرائحة الكريهة منها .

ويجب أن ينشأ المرحاض بمبنى خاص به وأن يحافظ على نظافته التامة وأن يكون حسن التهوية والإضاءة وبعيدا عن أماكن تحضير الطعام .

وعمر هذا المرحاض متوقف على التربة المنشأ بها وعلى كمية التصرفات التى يستقبلها وحسن العناية به وتقدر وزارة الصحة عمره فى المتوسط بأربعة سنوات ويرى بعد ذلك ردمه وحفر غيره إلا أن البعض يرى كسحه وإعادة استخدامه واستعمال ناتج الكسح فى تسميد الأراضى الزراعية .

مرحاض الخزان :

وهو يماثل مرحاض الحفرة إلا أن جوانبه مكساة بالمبانى ويجب أن

يستوفى الاشتراطات المطلوبة فى مرحاض الحفرة من جهة النظافة وتخصيص مكان مستقل وحسن التهوية والإضاءة . وهو يصلح للتربة غير المتماسكة .

وهناك نوع آخر من المراحيض يفضله الفلاحون وهو مرحاض السباخ أو المرحاض ذو الخزان المزدوج .

وهو يتكون من بلاطة ذات فوهتين تحتها خزان أصم مقسم أيضاً إلى قسمين — وتستخدم إحدى الفوهتين مع أحد الخزانات وعند امتلاء الخزان تستخدم الوحدة الثانية وتنزح الوحدة الأولى وتستخدم محتوياتها للتسميد ، وهذه المحتويات بما اعتراها من تحلل وتخمير يموت ما تحويه من ميكروبات ضارة وترتفع قيمتها السمادية — كما يستحسن بعد كل استخدام إلقاء بعض الأتربة أو إلقاء الأتربة مرة فى اليوم مساء وذلك لمنع توالد الذباب وانتشار الرائحة.

ويستحسن لكل أنواع هذه المراحيض أن تنشأ ماسورة تهوية ترتفع لأعلا منسوب المبنى أو المبانى المجاورة حتى تنصرف الغازات المتكونة بها فيقل بذلك إنتشار الرائحة الكريهة — كما يجب أن تبعد هذه المراحيض ما لا يقل عن ٢٠ متراً عن مصادر مياه الشرب . وان تنشأ فى مكان يتجه إليه سير المياه الجوفيه من بئر الماء وليس بالعكس .

وبهذه المراحيض تتحلل المواد البرازية ويتحول الكثير منها من مواد عضوية إلى سوائل وغازات بفعل البكتريا اللاهوائية — ويتخلص من هذه الرواسب باستعمالها لتسميد الأراضى — ويتخلص من الغازات بمواسير التهوية أو من المرحاض للجو مباشرة ، ويتخلص من السائل بالتسرب بباطن الأرض فيما عدا مرحاض السباخ .

التقدم بمشروعات الصرف الصحى :

رغم ما بذل من مجهود للوصول إلى أفضل الطرق الفنية والاقتصادية للتخلص من صرف المخلفات السائلة للمبانى المنعزلة فما زال الكثير من البحث

مطلوب للوصول إلى الهدف المنشود ألا وهو المحافظة على الصحة العامة وعلى أماكن الصرف من التلوث وعلى أساسات المبانى من التأثير الضار بها إذ ما زالت المواد الصلبة يحتفظ بها بالطرق الحالية بجوار المساكن ، كما أن عملية كسحها رغم تكاليفها فهى عملية قذرة تضر بالبيئة والصحة العامة — والمخلفات السائلة بتسربها بالتربة تضر بجدران المبانى وبالمياه الجوفية .

لذا فمن المسلم به كما أصبح ضرورة ملحة أن تنشأ مشروعات مجارى عامة لجميع المدن والقرى والتجمعات السكنية مهما قل عددها فهى أفضل طريقة فنية اقتصادية صحيحة للتخلص من مخلفاتها السائلة .

وقد بذل الكثير خلال القرن الحالى للتقدم بمشروعات المجارى العامة وما زالت إلى الآن فى حاجة إلى المزيد من البحث والتطوير ، ولإمكان السير قدماً فى هذه المشروعات يجب التعرف على الآتى :

١ — مكونات مياه المجارى المنزلية والصناعية المختلفة إذ ما زال الكثير منها مجهولا .

٢ — الوقوف على مدى الاستفادة من المعالجة الحالية سواء ميكانيكية أو بيولوجية أو بمساعدة الكيماويات - وتحديد مدد البقاء الضرورية اللازمة بكل من وحدات المعالجة ومدى الاستفادة بكمية الهواء بالمعالجة البيولوجية وكمية الحمأة المنشطة المعادة وكمية ونوع الكيماويات اللازمة الضرورية مع البحث لتطوير طرق المعالجة .

٣ — بحث إمكانية استخدام تجهيزات أبسط من الزحافات وطرق تعرض ميــــاه المجارى لأكسجين الجوى وغيرها من التجهيزات للنزول بتكاليف الإنشاءات الأولوية للمشروعات مدنية كانت أو ميكانيكية أو كهربائية إلى أدنى حد مع مراعاة طول عمر خدمتها وارتفاع كفاءتها للغرض المطلوب .

وعموما فالمجال متسع لكثير من البحوث التطبيقية والكيمائية والبيولوجية

والبكتريولوجية — وكذا فى فروع الهندسة المدنية والميكانيكية والكهربائية . ومعاهد البحوث بالبلدان المتقدمة ترصد المبالغ الكبيرة للتقدم بعلم الصرف الصحى وبالأخص فيما يتعلق بمشكلة مخلفات الصناعة السائلة والبحوث مستمرة سواء النظرية منها أو الطبيعية ، وتجرى البحوث بالمصانع للوصول إلى أفضل التجهيزات بأقل تكاليف وأكثر متانة وكفاءة .

ومن أهم ما يجب أن تعنى به البلدان النامية هو طريقة إجراء البحوث التطبيقية لاختيار أفضل طرق المعالجة المعروفة وتحديد مدد البقاء بأحواض المعالجة المختلفة وأحسن وسائل الإنشاء والتشغيل بما يناسب خاماتها المحلية ومناخها وظروفها مع العناية بدراسة أفضل طرق للتخلص من مخلفات صناعتها السائلة قبل أن تصبح مشكلة تحتاج إلى الكثير من المال والجهد لتذليلها ، ولا مانع أن تدلو بدلوها بأجراء بحوث جديدة لما يعترضها من مشاكل لتسهم بإمكانياتها فى تقدم هذا النوع من الهندسة الصحية .

الباب الثامن عشر

عطاءات وعقود تنفيذ المشروعات

العطاءات :

١ ــ ينص بالعطاء على إلزام الشركة المنفذة أو المقاول بالتنفيذ طبقا لإحدى الشروط والمواصفات العالمية والشائع منها ثلاث (الانجليزية ــ الأمريكية ــ دول أوربا) أو طبقا لشروط ومواصفات الدولة المعلنة عن العطاء .

٢ ــ إن كان هناك شروط خاصة تبرز وتوضح كتابة وبالتفصيل بالعطاء .

٣ ــ يشمل العطاء على جدول للكميات والفئات به الخانات الآتية :

رقم بند	الوحدة	الكمية		نوع العمل	الفئة المقدمة من مقدمى العطاءات			الجملة		
		بالأرقام	بالكتابة		بالأرقام		بالكتابة	بالأرقام		بالكتابة
					مليم	جنيه		مليم	جنيه	

وكل بند يشمل نوعية من العمل وقد يقسم البند الواحد إلى عدة أقسام فمثلا الخرسانة المسلحة تقسم إلى خرسانة للأسقف ــ خرسانة للأعمدة ــ خرسانة للأساس ، والحفر يقسم إلى أقسام مختلفة طبقا للأعماق وطبقا لنوعية التربة .

وقد يخصص بند للتوريد وآخر للتركيب فمثلا بند لتوريد المواسير وبند آخر

لتركيبها وتجربتها وبالمثل بند لتوريد الطلمبات وآخر للمحركات اللازمة لها وبند لكل منهما لتركيبها وتجربتها .

٤ — يرفق بالعطاء الرسومات الواجب التنفيذ بمقتضاها وهى جزء متمم له وقد ترفق الشروط والمواصفات المختلفة التى يحيل إليها العطاء وهى محررة فى مجلدات وتشمل كافة ما يلزم لتحديد العلاقة بين صاحب العمل ومنفذه كما تشمل نوعية الخامات ومواصفاتها وقوة تحملها وكيفية تنفيذ العملية وطريقة الحساب واستلام العملية إبتدائيا ونهائيا وتشمل كذلك الغرامات والتعويضات وجهة الاختصاص للفصل فى أى خلاف .

ونوضح فيما يلى بعض من أهم ما فى الشروط والمواصفات :

الشروط :

١ — مدة تنفيذ العملية .

٢ — التقدم ببرنامج زمنى مفصل لتنفيذها المتابعة بمقتضاه وعلى أن يعتمد من الجهة صاحبة المشروع أو الوكيل عنها .

٣ — نظام الدفعات شهرية أو نصف شهرية .

٤ — مقدار التأمين الابتدائى والنهائى .

٥ — غرامة التأخير .

٦ — مسئولية الشركة الكاملة عن التنفيذ ولها أن تطلب كتابة أى تعديل فى التصميم أوفى طريقة التنفيذ تراه لازما لسلامة ماتقوم به من عمل أو لازما لسلامة المنشآت المجاورة للمشروع وفى حالة رفض اقتراحها تصبح خالية من المسئولية .

٧ — للجهة صاحبة المشروع الحق فى زيادة أو نقص القيمة الإجمالية فى حدود ٢٥٪ دون الرجوع إلى الشركة أو المقاول أما إن زادت النسبة أو نقصت عن ذلك فيجب أخذ موافقة الشركة أو المقاول ويجب أن تراعى الجهة المسئولة أن هذه الزيادة أو النقص لا تؤثر على أولوية العطاء .

المواصفات :

وهى بيان فنى عن خصائص المهمات والمواد ومدى كفاءتها وقوة تحملها وطريقة تنفيذ المشروع والاختبارات اللازمة للمهمات بالمصنع والاختبارات اللازمة بعد التركيب .

ويجب عدم المغالاة فى المواصفات فمثلا لايجب أن يشترط كما تحوى بعض المواصفات أن يصب البئر الواحد من عدة خلطات من الخرسانة مختلفة فى نسبة ما بها من أسمنت وحجم ما بها من زلط ، فهناك بعض المواصفات تشترط للأساس نوع من الخرسانة تختلف عن نوع خرسانة حوائط البئر المختلفة بدورها عن خرسانة الرقبة ، وهذا أمر غير عملى وإن نفذ تكلف كثيرا — وفى الغالب توضع الأسعار المختلفة بينما فعليا تصب الخرسانة لجميع هـــذه الأعمال من نوع واحد .

عدم وضع المواصفات الميكانيكية والكهربائية أو ما يماثلها محددة بحيث تنطبق على إنتاج مصنع بذاته فإن هـذا يعمل على احتكار مواصفات العطاء لشركة بالذات وبالتبعية ارتفاع الأسعار .

ملاحظة هامة :

يجب النص فى العطاء على عدم تقديم عطاءات تبادلية للمساواة بين مقدمى العطاءات وسهولة المقارنة وعدم خلق صعوبات وتشككات فى التوصية على عطاء تبادلى حتى ولو كان أقلها قيمة ، ومن الأفضل البت فى نوع العملية وطرح

العطاء على أساس ما استقر عليه الرأى ووجد أنه أفضل الطرق لتصميم وتنفيذ المشروع .

وقد يستثنى من ذلك العمليات نادرة التنفيذ التى تحتاج إلى شركات عالمية للقيام بها ففى هذه الحالة لا مانع من السماح بعطاءات تبادلية على أن تستوفى الغرض من المشروع وعلى أساس مراجعة تصميمه وفئاته والنص على زيادة مدة الضمان ، مع حق الجهة صاحبة المشروع فى قبول أو رفض أى عطاء دون تحمل أى تكاليف نظير دراسة العطاء والتقدم به ودون إبداء أى أسباب .

طرح العطاءات :

بالمثل تحددها قوانين ولوائح كل دولة أو جهة اختصاص ، وتطرح العطاءات محددة قيمتها الإجمالية بالتقريب كما يحدد تاريخ فتح المظاريف ، والعطاءات إما تطرح :

١ — فى مناقصة عامة مفتوحة : وفى هذه الحالة يجب أن يرفق بالعطاء سابقة أعمال الشركة أو المقاول المتقدم وما يثبت خبرته الفنية وقدرته المالية وتوفر المهمات اللازمة لتنفيذ العملية لديه — ويستثنى من ذلك إن كانت الشركة أو المقاول له سابق عمل مع الجهة صاحبة المشروع أو كان معروفا لديها ، ولها الحق فى رفض أو قبول أى عطاء .

٢ — مناقصة محدودة : بأن يطلب من بعض الشركات والمقاولين التقدم بالعطاء وفى هذه الحالة لا يرفق مقدم العطاء بعطائه أى من المستندات السابق ذكرها ولا يحق أدبياً للجهة صاحبة العطاء من رفض أى عطاء مستوفيا للشروط .

٣ — ممارسة مفتوحة أو محدودة : تتقدم الشركات والمقاولين بعطاءاتهم ويمارسوا فيما يتقدموا به من شروط وفئات .

التقدم بالعطاءات :

يتقدم المقاول أو الشركة بعطائها مستوفيا لكافة الشروط والمواصفات في موعد أقصاه الموعد المحدد لفتح المظاريف وموضح بالحبر في جدول الفئات أسعاره لكل بند وفرع من البنود بالأرقام وبالكتابة ويفقط إجمالية سعره للعقد بالأرقام وبالكتابة كذلك — وممنوع أى كشط أو مسح وإن رغب مقدم العطاء في أى تعديل لفئاته شطب بالحبر الأحمر على ما يرغب في تعديله وأثبت الفئة الجديدة بالحبر الأحمر بالأرقام وبالكتابة .

وللمقاول أن يتقدم مع عطائه بما يرى من اشتراطات .

فتح المظاريف :

لها قوانينها ولوائحها ومن أهم شروطها :

١ — استبعاد العطاءات المقدمة بعد الميعاد أو الغير مصحوبة بالتأمين الابتدائى إلا إن كان هناك نص باللوائح تجيزه بشروط وكان العطاء مستوفيا لهذه الشروط .

وتفتح المظاريف في الموعد المحدد بلجنة يحضرها من يرغب من مقدمى العطاءات ويوقع رئيس اللجنة على كل صفحة من صفحات جدول الفئات كما يوقع على ما يتقدم به المقاول من اشتراطات مصحوبة بعطائه كما يؤشر ويوقع على كل شيء بالعطاء ترى اللجنة أنه موضع شك .

تفريغ العطاءات :

تفرغ العطاءات في كشف واحد شامل يوضح المقارنة بين فئات العطاءات المختلفة لكل بند ولكل فرع من البنود ويبين أمام كل عطاء ما تقدم به من اشتراطات .

وللمقارنة توضع أقل فئة بالعطاءات المتقدمة لأى بند ينقص بأحد العطاءات — وللأعمال الميكانيكية والكهربائية تضاف تكاليف التشغيل والصيانة لمدى عشرين عاما — وذلك حتى يتيسر إجراء المقارنة بين قيمة العطاءات المتقدمة .

التوصية واعتماد العطاءات :

من كشف التفريغ يمكن تحديد أقل عطاء قيمة من بين العطاءات المتقدمة ويمكن ممارسة أقل العطاءات المقبولة فى شروطه ومواصفاته بحيث لا تكون ذات تأثير على أولوية العطاء .

وتوصى اللجنة بقبول أحد العطاءات موضحة الأسباب ولها أن توصى بالغاء كافة العطاءات إن وجدت أن أسعارها مرتفعة بالنسبة لأسعار السوق .

وترفع توصياتها للنظر فى الاعتماد .

والعطاء الذى يعتمد يعطى مقدمه أمر الشغل ويحدد به تاريخ بدء العمل ، والعبرة بإعطاء الأمر، أما توقيع العقد فيتم فور تجهيزه .

ويجب تسليم المقاول موقع العمل (قبل التاريخ المحدد بأمر الشغل ببدء العمل) خاليا من الموانع بحالة تسمح للمقاول بالعمل — وإن كان العمل ممتداً لمسافة طويلة أو كان بأكثر من موقع فطالما تم تسليم المواقع على أجزاء بشرط ألا يؤخر ذلك الشركة أو المقاول عن تنفيذ البرنامج الزمنى المقدم منه أو منها والمعتمد ، اعتبر أن تسليم مواقع العمل تم فى المواعيد المقررة وليس للشركة أو المقاول التعلل بالتأخير بحجة عدم تسليم المواقع بأكملها دفعة واحدة عند تاريخ بدء العمل .

التخطيط والإشراف على التنفيذ ومتابعة السير طبقا للبرنامج :

للجهة صاحبة العمل الإشراف على التخطيط ومراجعته والإشراف على التنفيذ والتأكد من مطابقته لشروط العقد ومواصفاته ومتابعة تقدم العمل طبقا للبرنامج والتأكد من إتمامه فى الموعد المحدد وإلا فلها الحق فى إنذار المقاول بسحب العمل فإن استمر فى الإهمال والتقصير فى التنفيذ اتخذت الإجراءات القانونية بسحب العمل وأسند لغيره — وفى حالة قيام المقاول أو الشركة بواجباتهما وتم العمل تم استلامه ابتدائيا ونهائيا طبقا لشروط العقد .

الباب التاسع عشر

مشروعات المجارى العمومية

ببعض المدن الكبرى بالعالم

جمهورية مصر العربية

مشروع مجارى القاهرة الكبرى :

كانت مشروعات مجارى مدينة القاهرة منفصلة عما يجاورها من مدن ، وفى سنة ١٩٦٠ رؤى تخطيط مشروعات المجارى طبقا لما يقتضيه الصالح الفنى والاقتصادى للكتلة السكنية للقاهرة الكبرى مع عدم أخذ الحدود الإدارية لكل محافظة فى الاعتبار فأصبحت القاهرة الكبرى بالنسبة للمجارى العمومية تشمل المناطق الآتية :

١ — محافظة القاهرة .
٢ — مدينة الجيزة وامبابة من محافظة الجيزة .
٣ — شبرا الخيمة من محافظة القليوبية .

ومشروع مجارى مدينة القاهرة قديم ، بدىء التفكير فى إنشائه فى أواخر القرن الماضى ، واستعين بكثير من الخبراء الأجانب لتصميمه ، وأخيرا استقر الرأى على تنفيذ المشروع الذى تقدم به مستر كاركت جيمس وتم تشغيله سنة ١٩١٤ — واعتمد المشروع فى تصميمه على الأسس الآتية :

١ — تصرف الفرد فى اليوم ٥٠ لترا ، وعدد سكان المدينة سنة ١٩٣٢

٩٦٠ ألف نسمة ، أى أن المشروع صمم على تحمل تصرف أقصاه ٤٨ ألف م٣ / اليوم .

٢ — قسمت مدينة القاهرة إلى ٦٣ منطقة تنحدر مخلفات مبانيها السائلة إلى أوطأ نقطة فى كل منها ، حيث تجمع وترفع بواسطة روافع إلى مواسير انحدار رئيسية . . أما المناطق مرتفعة المنسوب فتصرف بالراحة فى المجمعات الفرعية أو الرئيسية مباشرة .

٣ — تنحدر المواسير الرئيسية إلى غمره حيث تصب فى مجمع رئيسى مبنى من الخرسانة بمونة الأسمنت البورتلاندى ، وقطره الداخلى ١٫٦٠ متر وانحداره ١ / ٢٥٠٠ ، وطوله حوالى ١٣٫٥ كيلو مترا — ويبدأ عند غمره بمنسوب قاعى ١٤٫٦٧ مترا ، وينتهى عند عين شمس بمنسوب قاعى ٩٫٠٢ متر .

٤ — أنشئت محطة رفع عند عين شمس لرفع كافة تصرفات المدينة فى مواسير طرد من الصلب قطر ٣٦ بوصة بطول حوالى ١١٫٥ كيلو مترا تصب فى أحواض التنقية بالجبل الأصفر .

٥ — أنشئت أحواض ترسيب بالجبل الأصفر بسعة تكفى لمعالجة ٤٨ ألف متر مكعب / اليوم ، كما أنشئت مرشحات زلط عادية لمعالجة حوالى ٨ آلاف م٣ / اليوم من المياه المرسبة .

٦ — المياه بعد معالجتها يتم التخلص منها برى الأراضى الصحراوية المجاورة التى استغلت بزراعتها أشجار موالح .

٧ — أنشئت جور لنشر الحمأة لتجفيفها ، وتباع بعد الجفاف للراغبين من المزارعين على شرط استخدامها فى تسميد الموالح التى يزيد عمرها على سنتين .

قطعا . . كان المشروع نواة طيبة ، ويعتبر من أقدم مشاريع المجارى

بالعالم ، وقد صمم على أحسن النظريات التى توصل إليها علم الخبراء فى ذلك الوقت . . إلا أن بالمشروع عدة عيوب . . من أهمها :

١ — صمم المشروع لمقابلة تصرف المدينة سنة ١٩٣٢ والذى قدر بـ ٤٨ ألف مترا مكعبا فى اليوم ، غير أن هذا التقدير جانبه التوفيق ، فقد بلغ تصرف المدينة فى ذلك العام ٩١ ألف م٣ / اليوم .

٢ — إعتماد المشروع على العدد الكثير من الروافع بدلا من الاعتماد لأقصى حد على الانحدار الطبيعى تسبب فى صعوبة عمليتى التشغيل والصيانة ورفع من تكاليفهما .

٣ — طول المسافة بين المناطق التى يخدمها المشروع وبين أحواض التنقية بالجبل الأصفر زاد فى تكاليف إنشائه ، علاوة على تعفن مياه المجارى لبقائها فى الشبكة مدة طويلة بعيدة عن الشمس والهواء ، مما تسبب عنه توالد الغازات الضارة بمنشآت المرفق ، وبالأخص المجمع الرئيسى الخرسانى الذى ظهر به التآكل منذ العام الأول من تشغيله .

٤ — ميل المجمع البسيط ، جعل سرعة المياه به ضعيفة غير قادرة على دفع المواد العالقة بالمياه ، فترسبت . . وكانت عاملا لزيادة تعفن المياه وخنق قطاع المجمع .

٥ — تجفيف الحمأة السائلة بالجور إحتاج لمدة طويلة لجفافها مما أعطى فرصة لتوالد الذباب وانتشاره بكثرة مروعة .

وقد أمكن فى المشروعات المستجدة التغلب على تآكل الخرسانة بالمجمعات بتبطينها بالطوب الأزرق المضغوط ولحام العراميس بمونة الأسمنت الفوندى بدلا من البورتلاندى — كما أمكن التغلب على توالد الذباب باستخدام أحواض التجفيف بطريقة التغريق .

ونظراً لزيادة تصرفات المدينة المضطردة ، فقد تكررت عملية تدعيمه التى سارت مع الخطوط الرئيسية للمشروع الأصلى — غير أن هذه التدعيمات كانت قاصرة على ملاحقة تصرفات المدينة سريعة الزيادة حتى اضطر فى الأربعينيات من وقف توصيل المبانى للمجارى العامة .

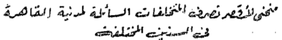
وفيما يلى بيان بالتصرفات فى السنوات الموضحة :

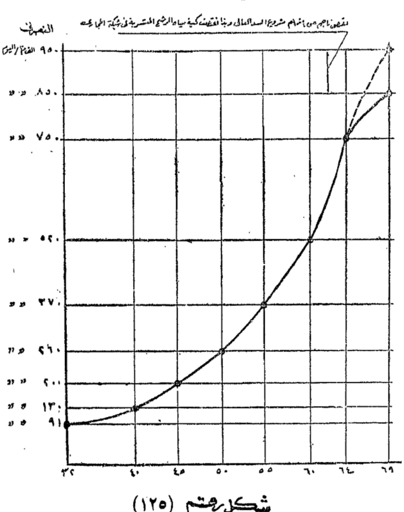
السنة	أقصى تصرف يومى	
١٩٣٢	٩١٠٠٠	متر مكعب / اليوم
١٩٤٠	١٣٠٠٠٠	»
١٩٤٥	٢٠٠٠٠٠	»
١٩٥٠	٢٦٠٠٠٠	»
١٩٥٥	٣٧٠٠٠٠	»
١٩٦٠	٥٢٠٠٠٠	»
١٩٦٤	٧٥٠٠٠٠	»
١٩٦٩	٨٥٠٠٠٠	»

هذا مع ملاحظة أن مياه الرشح المتسربة لشبكة المجارى أثناء الفيضان نقصت عام ١٩٦٩ بحوالى ١٠٠ ألف م^{٣}/اليوم نتيجة إنشاء السد العالى .

من هذا ، يتضح أن كمية المخلفات السائلة للمدينة سنة ١٩٦٩ بلغت حوالى عشرة أمثال كميتها سنة ١٩٣٢ ، وعشرين ضعفا لقدرة المشروع الأصلى — هذا .. علما أنه ما زال بالمدينة أحياء كثيرة محرومة من خدمات المرفق .

والشكل رقم (١٢٥) يوضح منحنى بيانى لتصرفات مدينة القاهرة من سنة ١٩٣٢ حتى سنة ١٩٦٩





شكل رقم (١٢٥)

فى سنة ١٩٥٥ بدأت تظهر حالات طفح متعددة بالمدينة و بالأخص منطقة جنوب القاهرة وشبرا نتيجة لعجز المشروع عن مقابلة التصرفات الواردة إليه ، فبدأت بلدية القاهرة وقتئذ فى دراسة مشروع مجارى مستقل لمنطقة الجنوب ، قام بدراسته على التوالى السادة مهندسو البلدية ، ثم لجنة يرأسها أحد أساتذة الجامعة ، ثم خبيرين ألمانيين — وعكف كل على الدراسة التى أخذت وقتا طويلا وتقدموا بعدة مشاريع لم يتيسر البت فى أى المشاريع أصلح للتنفيذ ، وخلال فترة الدراسة التى استغرقت حوالى خمس سنوات زاد تصرف المدينة من ٣٧٠ ألف متر مكعب فى اليوم إلى ٥٢٠ ألف م٣ / اليوم ، بينما لم ينشأ

فى خلال هـذه الفترة أى تدعيم يذكر لمقابلة هـذه الزيادة ، مما زاد فى ظهور حالات الطفح .

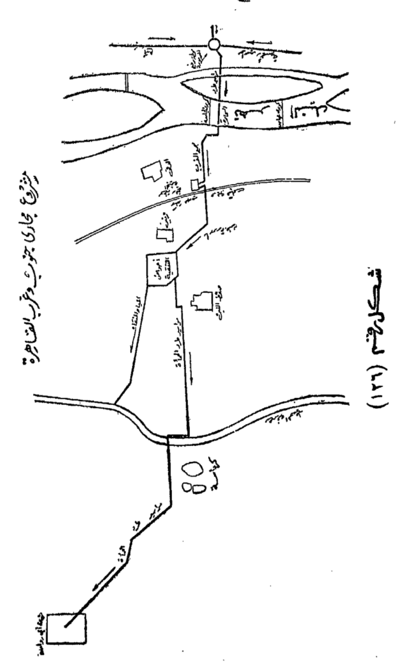
وإزاء هذه الحالة .. شكلت لجنة فى أواخر سنة ١٩٥٩ جمعت كل الأطراف المعنية وكثير من السادة المتخصصين فى الصرف الصحى وكان للمؤلف شرف عضويتها كما كان مقررا لها . وكانت مأمورية اللجنة هو التقدم بالتوصية للسيد وزير الإسكان والمرافق بمشروع محدد لتنفيذه وقد تقدمت اللجنة بتوصياتها فى نفس السنة .

وقد كلف مقرر اللجنة مع من انتخبهم من السادة مهندسى الوزارة ومحافظة القاهرة بتصميم المشروع ، وقد تم التصميم خلال أشهر قليلة ، وروعى فيه ملافاة عيوب المشروع الأصلى والانتفاع بشبكة مواسير الانحدار القائمة بالمنطقة . ولم يسمح بتقديم عطاءات تبادلية حتى تتكافأ الفرص لمقدمى العطاءات وتسهل عملية البت ، ولم يشذ عن هذه القاعدة إلا عطاء إنشاء نفق تحت قاع النيل لنقل مياه مجارى منطقة جنوب القاهرة من شرق النيل إلى غربه .

ويتلخص مشروع جنوب وغرب القاهرة فى الآتى :

استقطاع المخلفات السائلة للمنطقة المحصورة بين آخر العمران بمصر القديمة جنوبا ، وميدان التحرير والأزهار شمالا ، وجبل المقطم شرقا ، والنيل غربا من الصرف فى شبكة مجارى شمال المدينة وبالتبعية من الصرف فى الجبل الأصفر ، وذلك بإنشاء المجمعات اللازمة وتجميعها فى منتصف هذه المنطقة عند فم الخليج ، حيث تنشأ محطة رفع رئيسية قدرتها رفع ١٦٠ ألف متر مكعب / اليوم (وهو التصرف المنتظر لهذه المنطقة عند تمام عمرانها) إلى نفق ينشأ تحت قاع النيل جنوب كوبرى الجامعة بحوالى ١٥٠ مترا تسير فيه مياه المجارى بالانحدار إلى مجمع ينشأ غرب النيل صمم بعدة قطاعات تسمح له بنقل هذا التصرف مضافا إليه تصرفات مدينة الجيزة وإمبابه إلى محطة رفع رئيسية تقام بنهاية شارع ثروت مجاورة لسكة حديد مصر — أسوان وتبلغ قدرتها ٣٢٠ ألف م٣ / اليوم —

وترفع المحطة تصرفها إلى أعمال تنقية تنشأ بالقرب من قرية زينين صممت على أحدث الطرق الفنية يمكنها معالجة تصرف قدره ٢٢٠ ألف م٣ / اليوم تنقية كاملة على أن تزاد قدرتها فى المستقبل إلى ٣٢٠ ألف م٣ / اليوم ، وتصرف المياه المنقاة فى مصرف الخصوص ، أما الحمأة فتنقل بعيدا عن العمران إلى أبى رواش حيث تجفف فى أحواض تجفيف بطريقة التغريق والشكل رقم(١٢٦) يوضح الخطوط الرئيسية لهذا المشروع .



مشروع مجارى جنوب وغرب القاهرة

شكل رقم (١٢٦)

وقد اضطر إلى نقل مياه مجارى منطقة جنوب القاهرة إلى غرب النيل لعدم وجود أى مصارف بها أو أراضى زراعية كافية يمكن التخلص بها من مياه المجارى بعد معالجتها هذا علما أنه من غير المسموح به إطلاقا صرف مياه مجارى بالترع أو الرياحات أو النيل مهما كانت درجة تنقيتها .

وقد روعى فى التصميم بقاء اتصال المشروع بالمشروع الأصلى لمدينة القاهرة حتى يتوفر لمشروع المدينـــة ككل المرونة اللازمة لمقابلة حالات الطوارىء ، وقد اعتمد المشروع (إلى أقصى حد) على الانحدار الطبيعى لشبكة مواسيره وبلغت أقصى مسافة تقطعها المخلفات السائلة من نقطة صرفها حتى وصولها لأعمال التنقية حوالى ١٠ كيلو مترات .

وهذا المشروع يحسم بصفة قاطعة جميع مشكلات صرف مخلفات منطقة جنوب القاهرة ومدينة الجيزة وإمبابة ، وباستقطاع تصرفه من الصرف فى شبكة شمال المدينة يخفف الضغط عنها .

وقد اقترح بعض مشروعات لتدعيم مشروع مجارى وسط وشمال المدينة من أهمها :

١ — إنشاء محطة بسوق السمك بقدره حوالى ٢٢٠ الف م٣ / اليوم ترفع تصرفها إلى الأميرية حيث تنشأ أعمال تنقية كاملة ويتم التخلص من السيب المعالج فى مصرف الخصوص .

والغرض من ذلك هو مساعدة محطات الرفع الرئيسية بشمال المدينة وعدم نقل مياه المجارى الخام بالشبكة لمسافات طويلة .

٢ — إنشاء محطة رفع بالجبل الأصفر لرفع تصرفات ترعى الطوارىء للتخلص منها برى الأراضى المتاحة العالية بالمنطقة وذلك بعد معالجتها جزئيا .

والغرض من ذلك هو تحسين الحالة بمصرف بلبيس إذ تصرف به حتى الآن معظم مياه المجارى خام لعدم كفاية الأراضى التى تروى من ترعى الطوارىء بالراحة ،

كما أن لارتفاع أحواض الترسيب الحالية عن منسوب المياه بالترعتين المذكورتين لا تستغل كافة طاقتها لقلة ما يرفع إليها من تصرف ، هذا رغما عن أن سعتها غير كافية لمعالجة التصرفات الحالية وبالأحرى المستقبلة ، وبإنشاء المحطة المقترحة وأحواض الترسيب اللازمة وتمهيد الأرض العالية واستغلالها فى التخلص من مياه المجارى نحصل علاوة على تحسين حالة المياه بمصرف الخصوص (وهو هام فى ذاته) على استصلاح ١٠ ألف فدان لا يمكن زراعتها إلا بمياه المجارى لعدم وجود أى مصدر مائى آخر متاح ، ونحصل منها على عائد سنوى بعد إثمارها يقدر بحوالى مليون جنيه سنويا بينما المشروع تقدر تكاليفه بحوالى ٣ مليون جنيه .

٣ — تقوية محطتى عين شمس والأميرية .

٤ — إنشاء مجمعات فرعية ومجمع رئيسى وترميم المجمع القديم ليمكنها نقل تصرفات منطقة شمال المدينة المضطردة الزيادة .

وقد اعتمد فى الخطة الخمسية الأولى ١٩٦٠/١٩٦١ — ١٩٦٤/١٩٦٥ ثمانية ملايين جنيه ونصف لتنفيذ المشروعات الآتية :

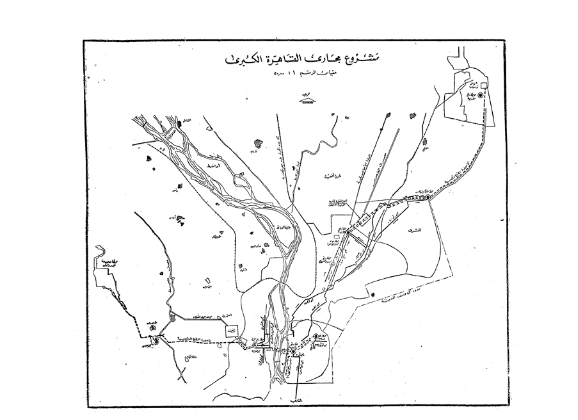
٦ مليون جنيه منها حوالى ٣٠ ٪ من النقد الأجنبى خصصت لتنفيذ مشروع جنوب وغرب القاهرة .

مليون جنيه لإنشاء مجمع جديد بشمال المدينة .

مليون جنيه ونصف لمشروعات عديدة أخرى منها تقوية محطة الأميرية ومحطات الرفع الفرعية ومد مجارى بالمناطق المحرومة .

وبدىء فورا فى تنفيذ المشروعات التى اعتمدت بالخطة الخمسية إلا أنه لضعف الاعتمادات السنوية ، إذ لم يزد مقدارها فى السنوات الأربع الأولى منها (أى حتى ١٩٦٤/٦/٣٠) عن أربعة ملايين جنيه ولم يعتمد لها أى مبلغ من النقد الأجنبى اللازم لذا سار التنفيذ ببطء شديد .

وقد كان لتأخير تنفيذ مشروعات الخطة ، واضطراد زيادة تصرف مخلفات المدينة السائلة إذ بلغت فى صيف سنة ١٩٦٤ حوالى ٧٥٠ ألف م^3 / اليوم ، وارتفاع مناسيب النيل أثناء فترة فيضان ذلك العام إرتفاعا شاذا بلغ حد الخطورة


مشروع مجاري القاهرة الكبرى
مقياس الرسم ١ : ٥٠,٠٠٠

واستمرت مناسيبه مرتفعة لمدة طويلة .. أن ظهرت حالات الطفح المتعددة فى أنحاء المدينة المختلفة . كما ظهرت مياه الرشح بسطوح الشوارع والأراضى الفضاء المنخفضة ، وملأت مياه الرشح بدرومات المبانى فتخلص منها الأهالى والهيئات الحكومية بضخها بالشوارع مما زاد الحالة سوءا وأصبح الكثير من أنحاء المدينة مغموراً بالمياه ، وذلك رغم ما بذلته محافظة القاهرة من جهد كبير .

إزاء ذلك شكلت اللجنة الدائمة لمرفق مجارى القاهرة الكبرى فى أوائل سنة ١٩٦٥ برئاسة المرحوم المهندس الدكتور / عزت سلامه ، والسيد المهندس يوسف كامل على مديرا للجنة ورئيسا لجهازها التنفيذى ، وعضوية وكلاء الوزراء المعينين نوابا عن وزرائهم ، لإنشاء المشروعات العاجلة لحسم حالات الطفح بالمدينة والتقدم بالمشروعات الواجب تنفيذها لتدعيم المرفق بما يمكنه من مقابلة تصرفات المدينة المستقبلة

وقد أعطيت للجنة كافة السلطات التى تمكنها من تنفيذ المشروع العاجل .

وعكف الجهاز التنفيذى للجنة على دراسة تصميم المشروع العاجل الذى روعى فيه الآتى :

١ — الحسم العاجل لحالات الطفح بالمدينة .

٢ — أن يكون المشروع العاجل فى إيطار المشروع العام الدائم للمدينة .

٣ — الاستفادة لأقصى حد مما تم تنفيذه من مشروع جنوب وغرب القاهرة — وسرعة استكمال ما بدىء فى تنفيذه ويمكن الاستفادة العاجلة منه .

وأمكن للجنة وجميع أعضاء جهازها التنفيذى بالجهد الدائب والخبرة من تصميم المشروع العاجل وتنفيذه والاستفادة منه بعد حوالى مائة يوم من تاريخ مباشرة اللجنة لعملها .

وقد كان لجهد شركات القطاع العام وتفانيها فى العمل ونذكر منها على سبيل المثال لا الحصر :

شركة المقاولون العرب « عثمان أحمد عثمان » شركة النصر العامة للمقاولات « حسن علام » شركة المشروعات الصناعية والهندسية - شركة مصر للأسمنت المسلح - شركة النيل العامة للخرسانة المسلحة - شركة النصر للأعمال الميكانيكية شركة المحاريث والهندسة - مكتب السيد الدكتور أحمد عبد الوارث - ومعاونة سلاح المهندسين ومصنع ٩ الحربى وغيره من شركات القطاع الخاص أن تم تنفيذ المشروع العاجل على أكمل وجه وحسم حالات الطفح بالمدينة - وقد بلغت تكاليفه حوالى خمسة مليون جنيه .

ولقد كانت الخبرة والسرعة والدقة التى نفذ بها المشروع موضع إعجاب وتقدير كل من اطلع على تفاصيله سواء من السادة المهندسين المصريين أو الخبراء الأجانب الذى أتيح لهم زيارة الجمهورية فى تلك الفترة .

وقد درست اللجنة فى خلال فترة المائة يوم مشروع عام للمدينة وتقدمت بتقريرها وراعت فى دراسته النقاط الأساسية الآتية :

١ — أن تعم خدمة مرفق المجارى جميع المناطق المحرومة منه ، نذكر منها منطقة المعادى ومنطقة شارع الهرم .

٢ — إنشاء مشروع خاص لكل من المنطقتين الصناعيتين شبرا الخيمة وحلوان .

٣ — أن تفى جميع وحدات المرفق كافة احتياجات القاهرة الكبرى للكتلة السكنية الداخلة كردون المدينة .

وقدرت تكاليف المشروعات الأساسية لهذه الخطة بحوالى ٤٠ مليون جنيه

وأوصت بتنفيذه فى خلال الخطة الخمسية الثانية ٦٥/٧٠ ، إذ أن المشروع العاجل يمكنه خدمة مخلفات المدينة السائلة حتى عام ١٩٦٨ .

وقد تم حتى تاريخه تنفيذ وتشغيل مشروع جنوب وغرب القاهرة ، كما تم تنفيذ بعض المشروعات الملحة وجارى العمل فى بعضها الآخر حسب ما تسمح به الاعتمادات المتاحة .

والشكل رقم (١٢٧) يوضح الخطوط الرئيسية الحالية لمشروع مجارى القاهرة الكبرى.

هذا سرد سريع مختصر لمشروع مجارى القاهرة وتطوراته وما اعترضه من صعوبات .

ولما كان نفق المجارى تحت قاع النيل وهو أحد مكونات مشروع مجارى جنوب وغرب القاهرة هو النفق الوحيد الذى أنشىء تحت قاع نهر النيل لذا نرى أن نذكر نبذة مختصرة عنه .

نفق المجارى تحت قاع النيل :

كان من الأفضل اقتصادياً أن تنقل مياه مجارى منطقة جنوب القاهرة إلى غرب النيل عبر مواسير معلقة بكوبرى الجامعة ، ألا أنه رغم ما بذله مدير عام مرفق المجارى وقتئذ من محاولات متكررة لتنفيذ ذلك فلم يستجب المسئولون لطلبه . . وبناء عليه أعلن فى ٢٤ أغسطس سنة ١٩٦٠ - عن مناقصة عامة لإنشاء سحارة أو بدالة فوق النيل أو بأى طريقة أخرى يراها مقدموا العطاءات محققة للغرض من الناحية الفنية والاقتصادية .

وقدرت التكاليف الابتدائية بحوالى ٤٠٠ ألف جنيه ، وقد نص فى العطاء أن على مقدمى العطاءات مراعاة الآتى :

١ ـ أن تكون سرعة المياه بالمواسير فى حدود المسموح به لأقصى وأدنى تصرف لمنع أى نحر أو ترسيب بها ، مراعى فى ذلك تذبذب التصرفات فى فصول السنة المختلفة ، وأثناء ساعات اليوم . علما أن التصرف المنتظر عند تشغيل السحارة هو ١٣٠ ألف متر مكعب فى اليوم ، وأن تصرف المستقبل هو ١٦٠ ألف م٣ / اليوم .

٢ ـ أن يكون فاقد الاحتكاك فى المواسير أقل ما يمكن .

٣ ـ أن تكون الأنفاق مانعة للرشح ، وألا تزيد كمية المياه المتسربة زائد تكاثف بخار الماء داخل النفق فى اليوم عن حد بسيط يسمح به .

٤ ـ عدم تسرب أى من مياه المجارى إلى النيل منعا من أى تلوث .

٥ ـ المحافظة على استمرار الملاحة وقت الإنشاء وبعده طوال الـ ٢٤ ساعة يوميا .

٦ ـ فى حالة إنشاء بدالة يجب مراعاة عدم تشويه جمال منظر المنطقة .

٧ ـ مدة العطاء ثلاث سنوات من تاريخ إعطاء أمر الشغل .

هذا .. بخلاف اشتراطات فنية أخرى والشروط العامة .

وقد تقدم عطاءين ورسى العطاء على شركة هوختيف (بألمانيا الغربية) بعد أن أدخلت الإدارة العامة للمجارى بعض تعديلات هامة على ما تقدمت به الشركة من تصميم أو من طريقة للتنفيذ .

تصميم النفق ومشتملاته :

صمم النفق من مواسير من الخرسانة المسلحة مع استعمال أسياخ من الحديد سابقة الإجهاد ، وقطر النفق الداخلى ٣٫٢٠ متر ، وسمك حوائطه ٢٧٫٥ سم ، وقد أخذ فى الاعتبار جميع حالات التحميل حتى وضع المواسير فى الخندق تحت قاع النيل ، كما روعيت جميع الاحتمالات المختلفة عند التشغيل .

ومواسير النفق سابقة الصب على الشط بموقع العمل طول كل ٥ متر وسلحت فى الاتجاهين الطولى والدائرى ، ووضعت الكانات كل ١٥ سم وقد

جمع كل ١١ ماسورة أفقيا على الشط ، وتم التجميع بربطها بعدد ١٨٠ كابل داخل كل منها ١٢ سيخ من حديد التسليح سابق الإجهاد ، وشدت الكابلات حتى بلغت قوة الشد ٦٠ طن وباستطالة قدرها ١٥ سم من كل من طرفى الماسورة المجمعة ، كما وضعت شبكة من الصلب قرب المحيط الخارجى للمواسير — وبهذا يتحقق عدم وجود أى قوى شد للخرسانة فى أى جزء من الماسورة ، وكذا عدم حدوث أى شروخ شعرية مما يضمن مناعة حوائط النفق للرشح — ولضمان مقاومة النفق للرفع الرأسى ثبت على قواعد خرسانية وربط حديد تسليحه بهذه القواعد .

ولحماية سطح النفق العلوى من أخطار الملاحة «هلب المراكب» فقد وضع فوق الطبقة الترابية التى تعلو سطح النفق طبقة من الزلط بسمك ٢٫٠٠ متر ، كما هو موضح بالشكل رقم (١٣٠) — ويمكن بسهولة الكشف على هذه الطبقة وإضافة ما قد يلزمها من زلط .

وقد وضع بالنفق ماسورتين من الصلب قطر كل ١٫٢٠ متر صممت على أساس ألا تزيد سرعة مياه المجارى بداخلها فى حالة أقصى تصرف فى المستقبل ومع استخدام الماسورتين معا عن ١٫٥ متر / الثانية ، ولا تقل فى حالة أدنى تصرف حالى مع استخدام ماسورة واحدة عن ٠٫١م^{٣}/ث . وفاقد الاحتكاك حوالى المتر .

التنفيذ :

التخطيط :

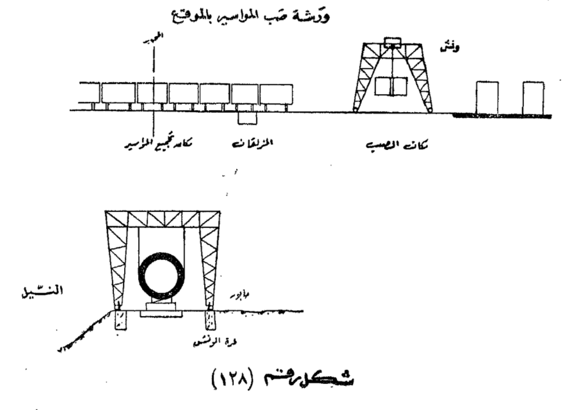
أول أعمال التنفيذ هو اختيار الموقع وتحديد المحور — وقد روعى فى اختيار الموقع أن يحقق أقصر طول ممكن بين النقطتين المراد توصيلهما وهو محطة الرفع بفم الخليج .. ومجمع غرب النيل بشارع ثروت بالجيزة . وأن يحدد محور النفق فى أضيق عرض للنيل فى الموقع المختار .

وقد اختير الموقع المجاور لكوبرى الجامعة من جهة الجنوب . . أما نقطة مرور النفق وتحديد محوره ، فقد بذل جهدا كبيرا للوصول إلى أقصر مسافة لعرض النيل بهذه المنطقة . . والسبب فى ذلك يرجع إلى التعرج الشديد فى شطى النيل وخداع النظر . . وأخيرا حدد المحور قبلى كوبرى الجامعة بحوالى ١٥٠ متر إذ ثبت أنه أقل عرض إذ يبلغ طوله ٤٧٠ مترا .

تصنيع مواسير النفق :

أنشئت بلاطة خرسانية بطول ٢٥٠ مترا وبعرض ٦ أمتار وموازية للنيل لصب مواسير النفق عليها وتجميعها . . ومواسير النفق كما أسلفنا بطول خمسة أمتار وسمك حوائطها ٢٧٫٥ سم — وخطوات إنشاء الماسورة كالآتى :

* توضع الفورمة الداخلية رأسيا على بلاطة التشغيل المذكورة وهى من الصلب وبقطر خارجى قدره ٣٫٢٠ مترا وبارتفاع ٥ متر شكل رقم (١٢٨) .



شكل رقم (١٢٨)

* تثبت أسياخ حديد التسليح حول الفورمة .

* يغلف حديد التسليح من الخارج بشبكة سلكية من الصلب لمنع أي شروخ شعرية تنتج من انكماش الخرسانة .

* يثبت بطول محيط الماسورة وفى منتصف سمك حائطها عدد ١٨ ماسورة من الحديد المجلفن قطر كل ٦٠ مم لوضع حديد التسليح سابق الإجهاد داخلها.

* يوضع عدد ٤ ماسورة حديد قطر كل منها ٢ بوصة بمحيط الماسورة لحقن مونة الأسمنت والرمل .

* يملأ الفراغ بين الفورمة الداخلية والشبكة السلكية بزلط مقاس ٤ — ٨ سنتيمتر .

* تركب الفورمة الخارجية وهى مكونة من جزئين كل بطول نصف محيط الدائرة ، ويحكم قفلها جيدا .

* يحقن الزلط بمونة الأسمنت والرمل بطريقة (كولجروت) وتتم كالآتى :

يخلط ٥٠ كجم أسمنت بعشرين كجم من الماء فى درجة حرارة لاتزيد عن ١٠° مئوية ، وذلك لتأخير زمن الشك الإبتدائى ولذا .. كانت عملية الحقن تتم فى الساعات المتأخرة من الليل مع وضع ثلج فى الماء أو حول الخلاط ، ثم ينتقل المزيج إلى خلاط آخر ذو سرعة كبيرة حيث يضاف إليه ٧٠ كجم من الرمل ، ثم يضغط الخليط بطلمبة لحقن الزلط من أسفل إلى أعلا بمعدل ١٫٥ متر من الارتفاع فى الساعة .

* بعد شك الخرسانة ترفع الفرم .

* تترك الماسورة مدة ليتم تصلبها مع ملاحظة تغطيتها بالخيش واستمرار رشها.

وإلى أن يتم تصنيع ١١ ماسورة ، تبدأ عملية تجميعها ، ثم يبدأ فى صب مجموعة أخرى من المواسير .

تجميع المواسير :

* توضع الإحدى عشر ماسورة المذكورة فى خط مستقيم أفقى مع ترك فواصل بين كل حوالى ٢٠ سم مع مراعاة منتهى الدقة أن تكون أطراف مواسير الحديد المخصصة لوضع حديد التسليح سابق الإجهاد متقابلة ثم تلحم أطراف المواسير المذكورة بعضها البعض .

* تملأ الفواصل بين المواسير بالخرسانة المسلحة بنفس الطريقة التى صبت بها المواسير ، مع ترك أشاير من الحديد خارجة من بعض الفواصل لربطها بالكراسى الخرسانة التى ستحمل عليها المواسير بقاع الخندق .

* يوضع عدد ١٢ سيخ حديد تسليح سابق الإجهاد داخل الثمانى عشر ماسورة المخصصة لها .

* تشد كوابل حديد التسليح المذكورة فى البند السابق بواسطة رافعتين هيدروليكتين حتى تبلغ الاستطالة الناتجة من الشد فى كل من الطرفين ١٥ سم ، أى أن مجموع الاستطالة الكلى ٣٠ سم — وقوة الشد فى كل كابل تبلغ ٦٠ طن . وبذا يكون الشد الكلى لحديد التسليح سابق الإجهاد بالماسورة هو ١٠٨٠ طن — بعد ذلك تثبت الكوابل بطرفى الماسورة لتثبيت الشد ثم تحقن (تحت ضغط) مواسير الكابلات بمونة الكلوجروت ، وبذا يصبح طول الماسورة المجمعة حوالى ٥٧ مترا .

مواسير الصلب داخل النفق :

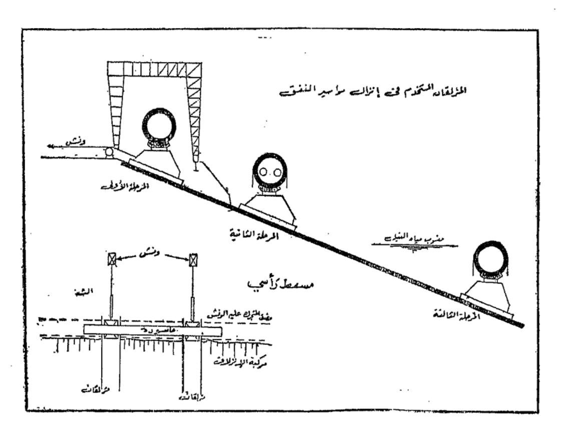
صنعت ماسورتى المجارى من الصلب بقطر داخلى ١٫٢٠ مترا وبسمك ١٢ مم لتمرير مياه المجارى بها وتم لحامها بالكهرباء ، وأنشىء عليها فتحات كل مائة متر بغرض إمكان التفتيش داخلها ، ولمنع النحر بالمواسير غطى الجزء الأسفل من محيطها الداخلى بطبقة من الخرسانة الصلبة الغنية بالأسمنت بسمك ٥ سم

ودهن النصف الباقى ، وكذا الأسطح الخارجية بالبتيومين — ولحمت عدة مواسير حتى بلغ طول الماسورة المجمعة ٥٢ مترا . وترتكز المواسير داخل النفق على قواعد خرسانية ، وأنشىء بين الماسورتين مشاية من الشبك الصلب للمرور .

إنزال مواسير النفق :

لإنزال مواسير النفق استعين بمزلقانين بميل ٤ : ١ ومزود كل منهما بمركبة إنزلاق يتحكم فى تحريكها ونش هائل القوة إذ يبلغ وزن الماسورة المجمعة ٦٠٠ طن .

وتبدأ المرحلة الأولى لإنزال المواسير بتحميلها على مركبتى الانزلاق بدلا من سابق تحميلها على الكراسى المؤقتة ثم السماح للمركبتين بالانزلاق



شكل رقم (١٢٩)

حتى يبلغا منتصف ميل المزلقان ، كما هو موضح بالشكل رقم (١٢٩) ، ثم تبدأ المرحلة الثانية التى يتخذ فيها الإجراءات الآتية :

— يوضع داخل النفق ماسورتى الصلب السابق تجميع كل بطول ٥٢ متر وذلك بعد قفل أطرافها بإحكام ، وتحمل على الكراسى الخرسانية التى يتم صبها فى هذه المرحلة .

— توضع قطعتين من المواسير الصلب بنفس القطر وبطول حوالى خمسة أمتار لتوصيل خطى المواسير داخل هذه الوحدة (من ماسورة النفق) والوحدة التى تليها .

— يقفل طرفى ماسورة النفق بإحكام شديد بطبتين من الحديد .

— من كل من الطبات الأربع للماسورتين الصلب تخرج ماسورة بقطر نصف بوصة تنفذ كذلك من طبتى ماسورة النفق وتبرز خارجها وتعلوها .

— تركب شدة خشبية بجسم ماسورة النفق فى الأماكن الخارج منها أشاير حديد التسليح والتى ستثبت مع القواعد الخرسانية التى تصب بخندق الحفر لتحميل ماسورة النفق عليها .

— يدهن السطح الخارجى لماسورة النفق بالبتيومين .

وقد تم صب مواسير النفق بنجاح ودقة بالغة حتى كان يظن لمن يراها ولو من قرب أنها مصنوعة من حديد الزهر أو الصلب .

بعد ذلك . . تبدأ المرحلة الثالثة ، وهى السماح للمركبتين بالانزلاق حتى تغوصا فى الماء ، وعند ملامسة ماسورة النفق للماء عامت بما فيها من حمل على سطح النيل ، وقد غطست بالماء لحوالى ثلثى قطرها وقد

تم قياس بدقة عمق غاطسها ، تركت الماسورة لمدة شهر مع مراقبة الغاطس الذى لوحظ عدم زيادته إطلاقا ، مما أثبت عدم سماح حوائط النفق الخرسانية لأى رشح ينفذ منها . وأكد الثقة فيما تم من تصميم وفيما اتبع من طريقة فى صب الخرسانة .

حفر الخندق :

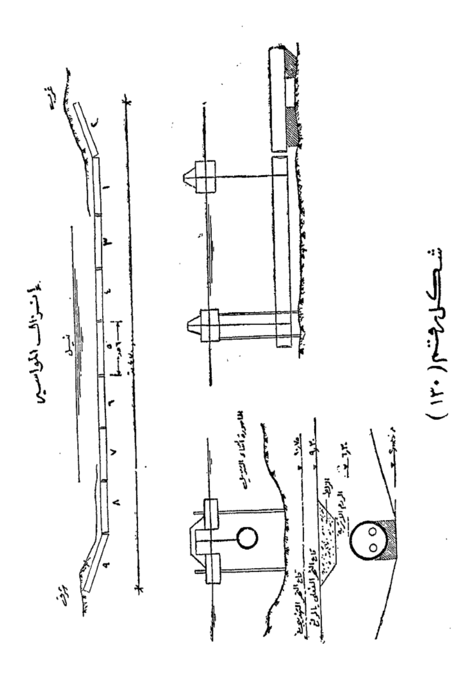
حفر الخندق لمنسوب ٢٫٠٠ متر ، أى بعمق قدره ٧٫٣٠ متر عن منسوب قاع النهر الفعلى بالموقع ، وبعمق قدره ٨٫٧٥ متر عن منسوب قاع النهر التهذيبى ، وعرض قاع الخندق ٤٫٠٠ مترا ، وميل جوانبه ٦ : ١ ، وقد تم الحفر بكراكة قوتها ١٧٠ حصان وقطر ماسورة السحب ٢٥ سم وعمقها ١٥ مترا — وقطر ماسورة الطرد ٣٠ سم وطولها حوالى ١٠٠ متر ، وترفع الكراكة ٥٠ م٣ / الساعة من مخلفات الحفر ، وقد بدىء الحفر من الشاطىء الغربى .

إنزال النفق بالخندق :

عملية تنزيل مواسير النفق تتبع أولا بأول عملية حفر الخندق الذى يبدأ من الشاطىء الغربى متجها إلى الشرق ، وموضح بالشكل رقم (١٣٠) أولوية إنزال المواسير . . فالماسورة رقم (١) تم إنزالها قبل الماسورة رقم (٢) والماسورة رقم (٢) قبل الماسورة رقم (٣) . . . وهكذا .

وتوضع الماسورة فى المحور بتثبيت طرفيها مع الثوابت الموجودة على شاطىء النيل والمحددة لمحور النفق ، وذلك بواسطة محطة عائمة .

ولزيادة ثقل ماسورة النفق لتغطيسها تملأ المواسير الصلب بها رويدا رويدا



شكل رقم (١٣٠)

بالماء خلال المواسير ٤ بوصة السابق ذكرها ، وفى حالة هبوط الماسورة فجأة ، وفى غير المحور يضغط الماء فيخرج من المواسير الصلب فيخف بذلك وزنها وتعوم ماسورة النفق ثانية . . . وهكذا إذا لزم حتى يتم التحقق من وضع ماسورة النفق فى المحور المحدد لها بدقة .

٥ تصب خرسانة القواعد تحت الماء .

* بعد إنزال ماسورة النفق التى تليها وصب قواعدها تصب الخرسانة حول رؤوس الماسورتين .

* بعد إتمام تركيب جميع مواسير النفق أنشئت غرفتى المدخل والمخرج على شاطىء النيل .

* تزال بعد ذلك الطبات الموجودة برؤوس مواسير النفق ثم تلحم الرؤوس من الداخل بألواح من الصلب ، وقد روعى إمكان تمدد المواسير مع عدم السماح بأى تسرب للمياه خلال وصلات التمدد (رؤوس المواسير).

* توصيل مواسير الصلب داخل النفق (بعدإزالة طباتها) بقطع المواسير السابق وضعها بمواسير النفق فى المرحلة الثانية .

* ينشأ الممشى .

* تزود المواسير الصلب بفرش التنظيف .

* تثبت طلمبة عند نهاية النفق فى طرفه الغربى .

وبذا تم إنشاء النفق وأصبح جاهزا للتشغيل وذلك فى ٣١ ديسمبر سنة ١٩٦٣ أى استغرقت مدة التنفيذ سنتين ونصف فقط ولم يصرف خلالها أى من مستحقات الشركة من النقد الأجنبى .

التشغيل :

تستخدم ماسورة واحدة لنقل مياه المجارى بينما تقفل الماسورة الثانية بالبوابة المنشأة عند المدخل ويتبادل التشغيل بين الماسورتين بهذه الطريقة كل أربعة أسابيع تقريبا وتفتح البوابة وتقفل بواسطة أوناش بغرفة المدخل .

وعند زيادة التصرف وارتفاع منسوب المياه يمر التصرف الزائد فوق هدار أنشىء بين الماسورتين لتشغيل الماسورة الأخرى أوتوماتيكيا .

ويمكن قفل التصرف عن إحدى الماسورتين أو كليهما ببوابات أنشئت عند المدخل والمخرج .

وتستخدم الطلمبة المنشأة بنهاية ماسورة النفق لرفع مياه الرشح وتكاثف بخار الماء ولتفريغ المواسير إذا لزم كما سبق بيانه .

ومن الفتحات محكمة القفل المنشأة على كل من ماسورتين الصلب يمكن التفتيش عليها من أجزائها المختلفة .

وتنظف المواسير دوريا بفرشة من الصلب قطر ١٫٢٠ متر تسحب بطول الماسورة بأوناش موضوعة بغرفتى المدخل والمخرج — كما ركب على المدخل مصافى تنظيف يدوية لمنع مرور الرواسب السميكة .

ويمزج الكلور بالمياه الداخلة إلى السحارة بغرض منع الرائحة وفى نفس الوقت منع التعفن .

وزيادة فى وقاية مواسير الصلب داخل النفق من الرواسب وما تسببه من نحر أو تآكل أنشئت أحواض تصفية رملية قبل مدخل السحارة لمنع الترسيب بها لأقصى حد محافظة على سلامتها .

هذا .. وقد تم تشغيل السحارة بنجاح منذ يوليو سنة ١٩٦٥ لتاريخه ، ولم تحدث أى متاعب فى التشغيل ، كما أن النفق ومواسير الصلب تعمل بغاية من الكفاءة ولم تحتاج إلى أى صيانة ، هذا وقد سبق أن تعهدت الشركة ألا تزيد كمية المياه فى اليوم بالنفق نتيجة الرشح وتكاثف بخار الماء عن متوسط قدره ٢٫٥ م٣ فى اليوم ولتاريخه لم تزد كمية هذه الميـــاه عن بلل بسيط لم يستدعى استخدام طلمبات النزح .

مدينة الإسكندرية :

تقع مدينة الاسكندرية على هضبة مستطيلة طولها حوالى ٤٠ كيـــلو متر وعرضها حوالى ٣ كيلو متر وينحدر الجزء البحرى منها نحو البحر حتى يصل لمنسوب متوسط قدره حوالى + ٣ متر وينحدر الجزء القبلى إلى بحيرة مريوط ويصل أدناه لمنسوب متوسط قدره — ٣

وبحيرة مريوط ضحلة يبلغ متوسط عمق الماء بها حوالى متر وهى عبارة عن منخفض من الأرض تتجمع به مياه صرف الأراضى الزراعية بمحافظة البحيرة ، ولكبر مسطحها يتبخر جزء كبير من مياهها ، ألا أنه لكثرة المياه المنصرفة بها وضرورة حفظ منسوبها عند حوالى — ٢٠ر٣ حتى تقوم بعملية صرف الأراضى لذا أنشئت طلمبات المكس لرفع المياه من البحيرة للبحر لإمكان التحكم فى منسوب البحيرة وحفظه على المنسوب المطلوب .

ومد وجزر البحر عند مدينة الاسكندرية ضعيف غير ملموس فالفرق بين منسوبهما حوالى ٦٠ سم .

وقد أنشئت مشروعات منذ ما يقرب من مائةعام للتخلص من مياه الأمطار بالمدينة بالبحر — أما مشروع مجارى عامة لمدينة الإسكندرية فقد تم ١٩٠٨ وكان أقصى حدود المدينة إذ ذاك هى منطقة إسبورتنج شرقا والمكس غربا والمحمودية جنوبا .

وقد صمم مشروع مجارى المدينة على الأسس الآتية :

١ — خدمة عدد سكان أقصاه ٤٥٠ ألف نسمة .

٢ — مخلفات الفرد فى اليوم ١٦٠ لترا — أى أن أقصى تصرف يقابله المشروع هو ٧٢ ألف م٣ فى اليوم وعلى أساس ذلك صممت شبكة المواسير ومحطات الرفع ومواسير الطرد .

٣ — التخلص من مياه المجارى خام بالبحر عند قايدباى .

على أن تنشأ هدارات على الشبكة فى مواقع مختلفة بالمدينة للتخلص عما يزيد عن ثلاثة أمثال أقصى سيب الطقس الجاف بالبحر والتخلص عما يزيد عن ستة أمثال أقصى سيب الطقس الجاف بالبحيرة .

وطبقا لطبوغرافية المدينة وامتدادها قسمت إلى قسمين الشرقى والغربى ، تجمع مخلفات كل مع اتجاه ميل الأرض بالانحدار الطبيعى ، وعندما يصل منسوب المواسير الرئيسية إلى عمق يجب عدم تجاوزه لاعتبارات اقتصادية وفنية فى التنفيذ تنشأ محطة لرفع مخلفات السائلة إلى مواسير رئيسية أعلا منها منسوبا وأكبر قطرا لتنقل ما يرفع إليها وما يصرف بها رأساً من تصرفات بالانحدار وهكذا ، حتى تم تجميع جميع مخلفات المنطقتين فى مجمعين رئيسيين يصبان فى مجمع رئيسى واحد قصير فى نهايته أنشئت محطة الرفع الرئيسية « بقايدباى » ، والتى بدورها ترفع مياه المجارى فى ماسورتين تصبان فى البحر على عمق ٥ر١ متر خلف حاجز الأمواج الملاصق تقريبا للمحطة .

وكان عدد محطات الرفع بالمدينة وقتئذ ثمانية هى :

قايدباى — محسن باشا — إسبورتنج — سيدى جابر — الحضرة جليمونوبلو — ثروت باشا — شارع البوستة .

وزاد عدد السكان فبلغ عام ١٩٤٧ ما يقرب من مليون نسمة فعجز المرفق عن نقل ورفع ما يرد إليه من تصرفات فاستخدمت الهدارات فيما لم تنشأ من أجله ، فأصبحت معظم الهدارات التى تصرف على البحيرة مصبات لصرف مياه المجارى الخام ، وأصبحت الهدارات المنشأة للصرف على البحر تستخدم للتخلص عما يزيد عن أقصى سيب التصرف الجاف وأصبحت مستخدمة بصفة دائمة فى موسم الشتاء ولحسن الظروف فهو موسم عدم الاستحمام بالبحر .

واستمر عدد سكان المدينة فى ازدياد مضطرد واتسعت رقعة المدينة وأصبح الكثير منها محروم من الصرف على المجارى العامة مما استدعى إجراء عدة تدعيمات وتوسعات لشبكة المجارى منذ ١٩٥٤ ، كما رؤى ضرورة تحسين السيب المنصرف فى البحيرة لذا جارى إنشاء أحواض لمعالجة مياه المجارى قبل صرفها بها وينتظر أن يتم ما بدء فيه من مشروعات خلال عام ١٩٧٣ — هذا وقد

درست المشروعات اللازمة لتدعيم المرفق لمقابلة تصرفات المستقبل والمنتظر أن تصل إلى حوالى ٨٠٠٠٠٠ م٣ / اليوم عام ١٩٩٠

ومن أهم المشروعات التى تمت إنشاء ماسورة الصرف فى البحر ممتدة داخله بعد حاجز الأمواج بحوالى ٧٣٥مترا ومخرجها على عمق ١٦مترا من سطح البحر . وإنشاء شبكة مجارى لكثير من المناطق المحرومة وما يلزمها من محطات رفع ومواسير طرد .

ويبحث منذ عدة سنوات موضوع تعرض الشواطىء بمدينة الإسكندرية للتلوث — فكلفت لجان مختصة بالدراسة وأخذ العينات اللازمة على مدار السنة ولعدة سنوات إلا أن هذه الدراسات رغم تعددها لم تستكمل لعدم شمولها لدراسات وبائية ولذا فلم تقطع بنتيجة حاسمة ، إلا أن الثابت الأكيد أن نسبة انتشار أمراض القولون والأمعاء بالاسكندرية أقل من نسبة انتشارها بمدن الجمهورية الأخرى بل ثبت أيضا أن بؤر أمراض الأمعاء بالمدينة لم تكن فى يوم ما قريبة أو ناتجة من شواطىء الاستحمام ولكنه وكما هو الحال منتشرة حيث ينخفض مستوى النظافة ووسائل المحافظة على صحة البيئة .

ولا يخشى من بكتريا التيفود فهى تموت بمياه المجارى فى مدة أقصر منها فى المياه العذبة وأن المدة اللازمة لنقلها بالمواسير والمجمعات إلى أعمال التنقية أو المصبات كفيلة بالقضاء عليها تماما .

وقد أخذ إحصاء فوجد أن عدد الإصابات بالتيفود بالاسكندرية أقل منها بالقاهرة إلا أنه يوجد خطر من أكل محتويات الأصداف التى تتغذى من مياه المجارى إذ أن البكتريا الممرضة يمكن أن تعيش داخل هذه الأصداف لمدة قد تصل إلى ثلاثة أسابيع — لذا صدر قرار وزارى سنة ١٩٠٩ بمنع صيد الأسماك

بالقرب من المصبات ولمسافة ٤٠٠ متر منها — وقرار وزارى آخر سنة ١٩١٢ بمنع صيد وبيع الحيوانات ذات الصدف .

الأعشاب البحرية بشواطىء مدينة الاسكندرية :

يقذف البحر بالأعشاب البحرية إلى الشواطىء والتى يكثر نموها حيث تصب المخلفات السائلة خام فتنتشر منها الروائح الكريهة وتغطى رمال الشواطىء بهذه الأعشاب القذرة مما يسبب مضايقة المواطنين .

ولذا تعمل المحافظة على موالاة إزالتها وهى تكثر بشكل مريع فيما بين السلسلة ونهاية شاطىء الشاطبى وكذا عند شواطىء ستانلى وجليم وسيدى بشر والطاحونة والمندرة .

الكويت

تعنى حكومة الكويت بكل ما من شأنه الارتفاع بمستوى المواطنين، سواء من الناحية الصحية أو الاجتماعية أو العلمية، وهى تبنى دولتها على أحدث النظم.

وكان من مستلزمات الدولة، إنشاء مشروع صرف صحى لمبانيها.

ولما كانت دولة الكويت محاطة بالصحراء والخليج، وتفتقر إلى المياه العذبة، لذا كان لزاما على مصمم مشروع الصرف الصحى أن يأخذ فى الاعتبار استخدام مياه المجارى بعد معالجتها فى رى الأراضى الصحراوية المجاورة.

وقد صمم المشروع على الأسس الآتية:

١ — لوجود شبكة مواسير لمياه المطر، لذا أنشئت شبكة مواسير جديدة تكفى لاستقبال مخلفات المبانى السائلة فقط، والتى قدرت أن تصل فى المستقبل إلى ١٠٠٠٠٠ م٣ / يوم.

٢ — صممت السرعة فى شبكة مواسير الانحدار ٦٠ سم / ثانية مع إنشاء الآبار على خطوط المواسير على مسافات بينها تتراوح بين ٣٠، ٥٠ مترا لضمان أعمال الصيانة، والاستفادة بها فى أعمال التهوية باستعمال أغطية الآبار ذات الفتحات.

٣ — لاستواء طبيعة الأرض بالمدينة، قسمت إلى عشر مناطق تجمع المخلفات السائلة لكل منطقة فى أوطأ نقطة بشبكة مواسيرها ورفعها إلى المواسير الرئيسية.

٤ — توصيل تسعة من عشر محطات للضخ بعضها ببعض بواسطة مواسير طرد من الأسبستوس والسرعة بها تتراوح بين ١٫٥، ٢ م / ث.

٥ — إنشاء أحواض معالجة كلية تتكون من :

غرف راسب رملي — أحواض تهوية أولية بالهواء المضغوط. — أحواض ترسيب ابتدائية دائرية — أحواض تهوية أساسية بالهواء المضغوط. — أحواض ترسيب نهائية دائرية — أحواض لتركيز الحمأة (الرواسب) — أحواض تخمير الحمأة — تجفيف الحمأة ميكانيكيا .

٦ — إنشاء غرف للمراقبة .

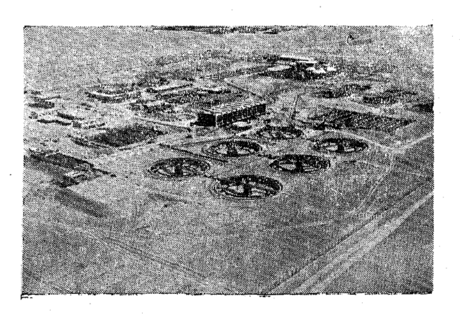
٧ — استخدام مياه المجارى المعالجة فى رى الأراضى واستخدام الحمأة الجافة فى تسميدها .

ويرجى مراعاة عدم تسرب الرمال خلال فتحات أغطية آبار المجارى ، ويخشى على المواسير الأسبستوس من التآكل إن كانت قد استخدمت دون وقاية كافية .

وعموما ، يجب مراعاة الدقة التامة والحيطة فى تشغيل وصيانة المشروع ، والشكل رقم (١٣١) يوضح مسقط أفقى لوحدات أعمال المعالجة ، والشكل رقم (١٣٢) منظر جوى لها .

شكل رقم (١٣١)

مسقط أفقى لوحدات أعمال معالجة مياه مجارى مدينة الكويت



شكل رقم (١٣٢)

منظر جوى لأعمال معالجة مياه مجارى مدينة الكويت

الجمهورية العراقية

مجارى مدينة بغداد:

مدينة بغداد ذات التاريخ القديم والمجد العظيم تقع على ضفتى نهر دجلة — وقد بدىء فى التفكير فى إنشاء مشروع مجارى لها فى الخمسينات للارتفاع بمستواها الصحى الذى ساء نتيجة عدم التخلص من مخلفات مبانيها السائلة بالطريقة الصحية الواجبة .

وفى سنة ١٩٥٨ طلبت حكومة العراق من الحكومة المصرية لجنة لبحث ما تقدمت به الشركات من عطاءات والتى تم البت فى غالبيتها وأعطت الحكومة العراقية لمقدميها أوامر الشغل .

وقامت اللجنة وكان للمؤلف شرف عضويتها ببحث التصميمات وشروط العقود ومواصفاتها وأوصت ببعض التعديلات فى التصميم وأوضحت أن الشروط والمواصفات مغالى فيها علاوة على تحديدها الدقيق لكثير من المهمات المستوردة مما رفع كثيرا من قيمة العطاءات ولذا اقترحت تعديل الشروط والمواصفات وإعادة الإعلان مع تقليل استخدام التشغيل الميكانيكى الذى يمكن الاستغناء عنه أو ما كان منه كثير العطل . وانقطعت صلة المؤلف بالمشروع وإن كان تواقا لمعرفة ما تم به .

وقد رجا موافاته ببعض المعلومات عنه فتفضل السيد مدير عام ورئيس مجلس إدارة المكتب الاستشارى لمصلحة المجارى بوزارة الشئون البلدية والقروية العراقية بأن أرسل فى ١٩٧١/٨/٥ نسخة من مجلة الهندسة العراقية بها مقال عن المشروع ويتلخص المقال فى أن المشروع بنى على الأسس الآتية :

١ — إنشاء مشروع خاص للجزء الواقع من المدينة شرق نهر دجلة وآخر منفصل عنه خاص للجزء الواقع غرب النهر .

٢ — إنشاء شبكة مواسير خاصة بالمخلفات السائلة للمبانى ، إذ توجد شبكة خاصة بمياه الأمطار .

٣ — استخدمت المواسير الخرسانية بأقطار من ١٠ بوصة إلى ٣٦ بوصة مع حمايتها بمادة أوبسكى رزن ولم تستخدم مواسير الفخار المزجج للاضطرار إلى استيرادها من الخارج وارتفاع تكاليفها . أما المواسير التى تزيد أقطارها عن ٣٦ بوصة فقد بنيت بالموقع .

٤ — صممت المواسير على أساس سرعة متر / ثانية وأن تكون نصف ممتلئة عند أقصى حد للتصرفات.

٥ — استعملت طلمبات لرفع المناطق لعدم النزول بمناسيب مواسير الانحدار لأعماق كبيرة تجنبا لزيادة التكاليف ومحافظة على سلامة المبانى .

٦ — أعمال المعالجة عبارة عن :

شبك — أحواض راسب رملى — أحواض تهوية أولية بالهواء المضغوط — أحواض ترسيب ابتدائية دائرية — أحواض تهوية رئيسية بالهواء المضغوط — أحواض ترسيب نهائية — تعقيم بالكلور .

ويتم التخلص من السيب الخارج بالنهر (وكنا نرجو لو استخدم لرى الأراضى محافظة على النهر من أى تلوث والاستفادة به فى الزراعة).

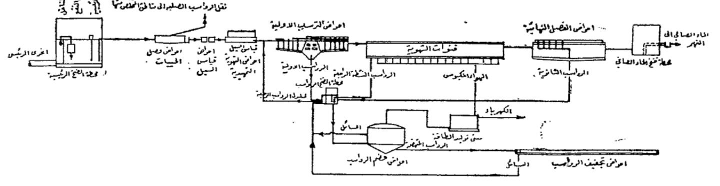
أما الرواسب من حوض الترسيب النهائى فتعاد إلى أحواض التهوية والزائد عن حاجتها إلى أحواض الترسيب الابتدائية حيث ترسب مع المواد العالقة بمياه هذا الحوض وتنقل الرواسب إلى أحواض هضم الحمأة ومنها لأحواض التجفيف ، والحمأة الجافة تستخدم لتسميد الأرض ، والمياه الناتجة منها تعاد إلى أحواض الترسيب الابتدائية لمعالجتها .

وبالموقع محطتين رئيسيتين إحداهما لرفع المياه الداخلة لأحواض المعالجة والأخرى لرفع المياه المعالجة إلى النهر ، وكان ممكن التوفير باستخدام محطة واحدة لرفع المياه الداخلة مع رفع مناسيب أحواض الراسب الرملى ، وبذا تقل تكاليف الإنشاء والتشغيل والصيانة اليومى وهذا هو المتبع بجمهورية مصر العربية .

ولم يتم المشروع بعد ونرجو أن تكون الوقاية للمواسير الخرسانية والمبنية كافية حتى تقاوم غازات المجارى — والمشروع عند تشغيله يحتاج إلى عناية الأهالى والمسئولين حتى يقوم بواجبه على أكمل وجه .

ونأمل أن يتم المشروع سريعا وأن تنتشر مشروعات المجارى العامة بباقى مدن العراق .

والشكل رقم (١٣٣) يوضح أعمال التنقية للجهة الشرقية لمدينة بغداد .



رسم بياني لمشروع معامل التنقية للجهة الشرقية
لمجاري بغـــداد

شكل رقم (١٣٣)

الدول الأوربية

باريس :

بدىء منذ أمد بعيد في تجميع مياه الأمطار بمدينة باريس والتخلص منها بنهر السين ، ثم أضيف إليها المخلفات السائلة للمباني وطرحا سويا في النهر مما كان سببا في تلوثه الشديد ، والآن تجمع المخلفات السائلة ومياه الأمطار في شبكة مشتركة لكليهما ثم يعالجا بالترسيب والتهوية بواسطة تنشيط الحمأة أو غيرها ثم أحواض الترسيب النهائية ، ولا تستعمل أي طريقة مختلفة عما هو متعارف عليه وسبق شرحها .

وما تنفرد به مشروعات مجاري مدينة باريس هو استخدامها للمجمعات الكبيرة القطاع إذ تتراوح بين ١٫٩٠ م عرض × ٢٫٢٠ متر ارتفاع ، وبين ٦ متر عرض ، ٥ متر ارتفاع مع إنشاء مشايات على جانبي القطاع بعرض يتراوح بين ٤٠ سم ، متر — ولكبر قطاع المجمعات تكثر بها الرواسب ، لذا يجرى تطهيرها الدوري مع إنشاء الكثير من غرف الترسيب عليها ، وقاع غرف الترسيب ينخفض عن قاع المجمع في نقطة إنشائه بحوالى متر ، وبذا يتجمع فيه الكثير من الرواسب ويسهل رفعها .

ونظرا لكبر قطاع المجمعات تستخدم في تركيب مواسير المياه والتلغراف والتليفون وغيرها من المرافق بدلا من إنشائها في خنادق خاصة بها توفيرا للتكاليف ولسهولة مباشرتها .

ولكثرة ما هو منشأ على المجمعات من مداخل واسعة ، لذا فالتهوية بها مرتفعة إلى حد كبير ، كما أن كثرة الأمطار جعلت المياه بالمجمعات مخففة ، ونتيجة لذلك أصبحت رائحة مياه المجاري بها غير نفاذة .

ومن الطريف أن أصبح من معالم السياحة بباريس الانتقال داخل أحد المجمعات فى المسافة ما بين ميدانى الكونكور والمارلين فى مراكب يجرها لنش وذلك نظير أجر زهيد .

ولا ينصح إطلاقا بإنشاء مثل هذه المجمعات بهذه القطاعات الكبيرة لباهظة تكاليف إنشائها دون مبرر ، علاوة على النتائج العكسية من رسوب المواد العضوية والغير عضوية بها والحاجة المستمرة إلى تطهيرها .

وتنقل مياه المجارى الخام لعدة مواقع بالمدينة لمعالجتها للدرجة التى تسمح بالتخلص منها .

وبمدينة ريمز بالقرب من باريس استخدمت طريقة إدماج حوض التهوية والترسيب النهائى فى حوض واحد لمعالجة حوالى ٥ آلاف م٣ / اليوم - ويفيد السيد مهندس مقيم أعمال معالجة مياه مجارى المدينة أن الطريقة أثبتت كفاءة ، وأنها أقل فى تكاليف الإنشاء وكذا فى تكاليف التشغيل والصيانة عن طرق تنشيط الحمأة الأخرى .

لندن :

تشتهر انجلترا بالحرص الشديد فى معالجة مياه المجارى وعدم التخلص منها إلا إذا كانت طبقا للمعايير المعتمدة ، وبمدينة لندن سبعة أماكن لمعالجة المخلفات السائلة ، ومن أكبرها عملية جنوب لندن وهى تعالج حوالى ٤٥٠ الف م٣ فى اليوم منها ١٥٠ ألف م٣ فى اليوم تقريبا تعالج بأحواض سمبلكس ، ومراحل المعالجة هى :

* يعالج التصرف أولا بأحواض التصفية ثم أحواض الترسيب الابتدائى وهى مستطيلة (ليبزج) .
* ثم يعالج جزء منها بأحواض الهواء المضغوط والباقى بأحواض سمبلكس السريعة التى يبلغ عددها ١٦ حوضا .
* ثم أحواض الترسيب النهائى .

* مدة المكث ٨ ساعات بكل من حوض الهواء المضغوط وأحواض سمبلكس .

* ونسبة التنقية للسيب النهائى الخارج من كل حوالى ٩٦٪

* ويفيد السيد مدير عملية المعالجة المسئول أنه بدىء فى تشغيل أحواض سمبلكس عام ١٩٦٣ وأنه لم يجد أى متاعب من هذه الطريقة ، وأنها وطريقة الهواء المضغوط لا يفضل أحدهما الآخر من جهة مرونة التشغيل أو من جهة تكاليف ومتاعب التشغيل والصيانة .

مانشستر :

يعتبر مشروع مجارى مانشستر من أكبر وأهم المشروعات بانجلترا ويخدم المشروع ٨٣٥٠٠٠ نسمة حسب تعداد ١٩٦٦ ، وسيب التصرف الجاف الذى يعالجه المشروع يبلغ حوالى ٢٩٠ ألف م٣ فى اليوم — منها حوالى ١٠٠٠٠٠ م٣ فى اليوم من مخلفات الصناعة السائلة . وينقل هذا التصرف إلى أعمال المعالجة فى مجمعين رئيسيين أحدهما قطر ٣٫٩٦ متر والآخر قطره ٣٫٠٥ متر .

وكمية الحمأة السائلة تبلغ حوالى ٥٠٠٠٠٠ طن فى السنة .

أعمال المعالجة :

تمر المياه بشبك مزدوج وأحواض تصفية ويبلغ عدد كل ستة ، ويوجد عدد ستة أحواض بسعة ٩١٠٠٠ م٣ تستخدم لمياه وعواصف الأمطار .

ويعالج السيب من أحواض التصفية فى أحواض تهوية أولية ثم أحواض ترسيب ، ثم بعد ذلك يعالج بأحواض تنشيط الحمأة ، وأول ما اكتشفت هذه الطريقة كان بمانشستر سنة ١٩١٤ ، وأحدث الأحواض التى أنشئت بمانشستر كانت أحواض التهوية بطريقة سمبلكس السريعة ، وعددها ثمانى أحواض

بكل ١١ أسطوانة ويمكنها معالجة ٢٧٧٠٠٠ م^{3} فى اليوم بمدة بقاء نظرية ٢٨ر٢ ساعة ومدة البقاء الفعلية حوالى ٥ر١ ساعة فقط .

وبعد عمليات التهوية المختلفة يعالج السيب الخارج منها فى عدد ١٢ حوض ترسيب نهائى وتعاد الحمأة المنشطة لأحواض التهوية والزائد منها يعاد إلى أحواض الترسيب الابتدائية حيث يرسب مع الرواسب بهذه الأحواض ومنها الأحواض تخمير الحمأة ، والغرض الأساسى من تخمير الحمأة هو التخلص من الميكروبات الممرضة ومن الرائحة وتسهيل عملية تركيز الحمأة — وينتج من هذه العملية (كإنتاج جانبى وليس بالغرض الأساسى) على غاز أكثر عناصره هو غاز الميثان وغاز ثانى أكسيد الكربون وكمية غاز الميثان حوالى ١٤٢٠٠ م^{3} فى اليوم تجمع وتستخدم فى تشغيل محطة توليد الكهرباء بالموقع .

وعدد أحواض تخمير الحمأة أربعة بسعة كلية قدرها ٣٨٦٠٠ م^{3} فى اليوم وترفع درجة حرارتها إلى ٣٥° مئوية باستخدام المياه الساخنة الخارجة من المحركات والتى تبرد بعد ذلك وتعود لاستخدامها للتبريد .

ويتم تركيز الحمأة المخمرة فى ٦ أحواض سعتها الكلية ٢٠٤٠٠ م^{3} والمياه المنفصلة منها تعاد بالراجع إلى مدخل أعمال التنقية ولكثرة الرواسب الحمضية من مخلفات الصناعة لا تصلح الحمأة فى تسميد الأرض ولذا لا تجفف ويتخلص منها بشحنها بسفن خاصة يمكنها أن تحمل ١٤٧٠٠٠٠ كجم من الحمأة السائلة المركزة فى أربعة أهرامات مقلوبة لتفرغ فى البحر الإيرلندى على بعد ٣٢ كيلو متر من الشاطىء .

والسيب الخارج من أحواض الترسيب النهائية يتم تهويته للعمل على زيادة تحسين درجة نقاوته فتصل بذلك إلى حوالى ٩٧ ٪ ثم بعد ذلك يتخلص منه فى قنال مانشستر الملاحى ونسبة كمية السيب إلى الكتلة المائية بالقناة هى ١ : ٣ عند نقطة الصرف .

والشكل (١٣٤) منظر جوى لأعمال التنقية بمانشستر .

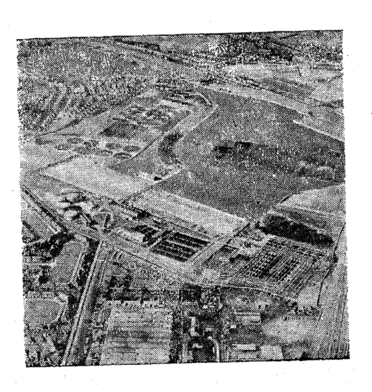
برلين :

بلغت كمية المخلفات السائلة لمدينة برلين الغربية عام ١٩٦٦ حوالى ٣١٠ ألف متر مكعب فى اليوم وأكسجينها الحيوى الممتص حوالى ٢٥٠ جزء فى المليون .

منها ٢٤٠ ألف متر مكعب فى اليوم يتخلص منها خام برى الأراضى الزراعية
٧٥ « « الباقية يتم التخلص منها بعد المعالجة الكاملة .

٣١٥ الف م^3 فى اليوم المجموع الكلى .

٦٧ الف م^3/اليوم من الـ ٧٥ ألف م^3/اليوم تتم معالجته البيولوجية فى أحواض



شكل رقم (١٣٤)
منظر جوى لأعمال التنقية بمانشستر

تهوية بالهواء المضغوط بمدة بقاء ٧ ساعات وكمية الحمأة المنشطة المعادة ٤٠ ٪ من متوسط سيب التصرف الجاف وتعطى درجة تنقية ٩٥ ٪ .

٨ آلاف م٣ / يوم الباقية تعالج بيولوجيا بحوض واحد ماموث به وحدتين من الفرش الدوارة وقطر كل من العمودين متر وطول كل منهما ٥ر٧ متر ومدة المكث حوالى أربع ساعات ونسبة الحمأة المعادة ١٠٠ ٪ من متوسط سيب التصرف الجاف وتعطى درجة تنقية ٩٦ ٪ .

وقد بدء فى تشغيل هذا الحوض سنة ١٩٦٣ . ويفيد السيد المهندس المقيم لأعمال المعالجة بتقريره فى سنه ١٩٦٦ أنه لم تحدث أى متاعب فى تشغيله كما لم يتوقف عن العمل إطلاقا ، ولم تزود الموتورات بالزيت إلا عند بدء التشغيل ولم تحتاج خلال هذه السنوات لأى زيت إضافى ، وكمية استهلاك الإدارة للكهرباء حوالى ٤٥ ك . وات فى الساعة أى حوالى ك . واب لكل كيلوجرام إزالة من الأكسجين الحيوى الممتص وهذه الكمية تقل قليلا عما تستهلكه طريقة الهواء المضغوط من الكهرباء لإعطاء نفس النتيجة .

وفى سنة ١٩٦٦ كانت بلدية برلين تقوم بدراسة إنشاء أحواض تنقية بطريقة ماموث لمعالجة ١٢٥ ألف م٣ فى اليوم .

الاتحاد السوفيتى

كان الاتحاد السوفيتى متأخرا فى الناحية العلمية غير أنه منذ حوالى ٥٥ عاما بدأ يهتم برفع مستواه العلمى . ولقد أصبح منذ مدة بفضل عزمه وأعمال البحوث يساهم فى تقدم العلم بل لقد أصبح له السبق فى العالم فى بعض العلوم وتطبيقها .

وإن من أسس تقدم العلم هو تيسير سبل الاطلاع والمعرفة وخلق جيل من المتعلمين النابهين وتيسير وتشجيع أعمال البحوث ووضع كل فى مكان تخصصه بحيث يكون رئيس أى إدارة بمثابة أستاذ ومعلم ومرجع لمرؤسيه مع الاستفادة من النابهين المتخصصين لأقصى حد ولأقصى مدى .

وقد اتبع الاتحاد السوفيتى هذه الأسس فحظى بمكانته المرموقة فى العلم والتكنولوجيا . ومن أمثلة اهتمامه بتيسير سبل الاطلاع أن أصبحت دار كتبه بموسكو فى سنة ١٩٦٠ بها ما يزيد على ٢٠ مليون من الكتب والمطبوعات المختلفة وعدد مقاعدها ٢٣٠٠ مقعدا وعدد موظفيها ٢٥٠٠ بينما فى عام ١٩٢٠ لم يتجاوز عدد مقاعدها ٢٠ مقعدا وكان عدد موظفيها أربعة ولم يكن بالدار سوى النذر اليسير من الكتب والمطبوعات ، وما زالت الدولة تعمل بصفة مستمرة على توسيع الدار وتزويدها بكل جديد فى كل فروع العلم والفن والأدب ، هذا علاوة على نشر دور الثقافة فى مختلف المدن ومختلف أحيائها وتحبيبها للجمهور فقد روعى فى مبانيها الجمال والراحة .

وتساهم الجامعات والمصانع فى أعمال البحوث هـذا بخلاف مراكز البحوث المختلفة ، فلمياه الشرب والصرف الصحى إدارة كبيرة لأعمال البحوث ، ولمعالجة مخلفات المصانع السائلة مركز للبحوث خاص بها ، وهكذا

لمختلف أنواع العلوم والمعرفة . وتوفر الدولة لأعمال البحوث ما تحتاج إليه من مال وتولى الباحثين كل تقدير وتشجيع أدبى كان أو مالى .

ونوضح فيما يلى موقف مشروعات الصرف الصحى سنة ١٩٦٠ فى بعض مدن الاتحاد السوفيتى .

مدينة موسكو :

عدد سكانها حسب تعداد سنة ١٩٥٦ هو ٥٫٠٠٠٫٠٠٠ (خمسة مليون) نسمة وكمية مخلفاتها السائلة شاملة مخلفات المبانى والمصانع ومياه الرشح هو ١٫٥٠٠٫٠٠٠ م^3 (مليون ونصف) فى اليوم .

ويقدر المختصين نسبة مخلفات المصانع بحوالى ٤٠ ٪ من التصرف الكلى فيكون التصرف اليومى للشخص شاملا مياه الرشح هو ١٨٠ لتر فى اليوم ، وتصرف المصانع مخلفاتها فى شبكة المجارى دون أية معالجة . ومتوسط مقدار الأكسجين الحيوى الممتص لمياه مجارى موسكو هو ٢٥٠ جزء فى المليون .

ومياه الأمطار تجمع فى شبكة خاصة بها وتصرف فى النهر مباشرة .

أما مياه المجارى فتعالج فى ثمانى عمليات للتنقية منشأة فى أماكن مختلفة خارج كردون المدينة ويتراوح بعدها عنه بين ٦ ، ١٦ كيلومترا ما عدا واحدة منها فقط وهى أقدم العمليات فقد أصبحت داخل كردون المدينة الحالى غير أنها ما زالت فى أقصى ضواحى المدينة .

وفيما يلي بيان إجمالى لهذه العمليات :

عدد عمليات التنقية	نوع التنقية	التصرف التصميمى م³ فى اليوم	التصرف سنة ١٩٦٠ م³ فى اليوم	مكان التخلص من السيب الخارج
١	تنقية كاملة	٥٠٠٠٠٠	٧٥٠٠٠٠	النهر
١	« «	٣٠٠٠٠٠	٤٠٠٠٠٠	«
٤	« «	١٠٠٠٠٠	٢٠٠٠٠٠	«
١	تنقية جزئية	٥٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	«
١	لاتوجد		١٠٠٠٠٠	أرض الزراعة
الجملة ٨		٩٥٠٠٠٠	١٥٠٠٠٠٠	

والعملية الأولى هى أكبر عملية فى الاتحاد السوفيتى وتصرفها التصميمى ثلثى التصرف الذى تعالجه حاليا ، لذا جارى العمل على توسيعها بإنشاء وحدات جديدة يمكنها معالجة ١٢٠٠٠٠٠ م³ يوميا وذلك للتخفيف عن الوحدات القديمة وعن مراكز العلاج الأخرى بالمدينة التى تستقبل تصرفا أكبر من قدرتها وللاستغناء عن العملية الأخيرة وكذا لمقابلة زيادة تصرف المدينة المطرد الناتج من اطراد زيادة عدد السكان وعدد المصانع وتتكون العملية قبل التوسيع على الوحدات الآتية :

أحواض تصفية :

دائرية رأسية . ومدة البقاء بها دقيقة ونصف — ونسبة المواد العضوية برواسبها حوالى ٥٠ ٪ . وتنقل الرواسب إلى أحواض تجفيف خاصة بها على بعد ٩٠٠ متر من مكان عملية التنقية وبعد جفافها يتخلص منها بالردم فى المواطى المجاورة .

أحواض ترسيب ابتدائية :

دائرية ، ومدة البقاء الحالية ساعة وعشرون دقيقة وهى غير كافية والأكسجين الحيوى الممتص للسيب الخارج منها يتراوح بين ١٨٠ ، ١٩٠ جزء فى المليون .

أحواض التهوية :

التهوية بواسطة الهواء المضغوط ، ومدة البقاء سبع ساعات وضغط الهواء خمسة متر وكميته ٦ متر مكعب للمتر المكعب من مياه المجارى ، ويرفع لهذه الأحواض حمأة منشطة كميتها تتراوح بين ٣٠ ٪ ، ٥٠ ٪ من التصرف الوارد لأعمال التنقية . ومخصص لتنشيطها ٢٥ ٪ من حجم أحواض التهوية .

أحواض الترسيب النهائية :

دائرية ، مدة البقاء الحالية ساعتين ، والأكسجين الحيوى الممتص للسيب الخارج ٢٠ جزء فى المليون .

ويتخلص من السيب الخارج منها بصرفه فى نهر موسكو .

أحواض هضم الحمأة :

الحمأة من أحواض الترسيب الابتدائية وأحواض التركيز تعالج فى أحواض هضم الحمأة وبعض من هذه الأحواض ترفع درجة حرارته إلى ٣٠° سنتجراد ويرفع إليه كمية من الحمأة يوميا قدرها ٨ ٪ من حجمه إلى ١٠ ٪ وبعض آخر ترفع درجه حرارته إلى ٥٤° سنتجراد ويرفع إليه كمية من الحمأة يوميا قدرها ١٦ ٪ إلى ٢٠ ٪ من حجمه .

الحمأة :

١٠٪ من كمية الحمأة الناتجة من أحواض هضم الحمأة تجفف بواسطة تفريغ الهواء وهذه هي العملية الوحيدة وقتئذ بالاتحاد السوفيتي لتجفيف الحمأة ميكانيكيا ، وكمية الحمأة الباقية الناتجة من الأحواض المرفوع درجة حرارتها إلى ٥٤° ستنجراد ترفع بطلمبات إلى مزارع تبعد حوالى عشرة كيلومترا من موقع أعمال التنقية . والناتجة من الأحواض المرفوع درجة حرارتها إلى ٣٠° ستنجراد ترفع إلى أحواض تجفيف عميقة بعيدة أيضا عن موقع أعمال التنقية وتبقى بها سنتين لتجف ، وعند جفافها تجمع وتستعمل كسماد .

شبكة المجارى بالمدينة :

لتلافى الأعماق الكبيرة لفرعات المجارى والحفر تحت منسوب مياه الرشح استخدمت محطات الرفع الموجود عدد كبير منها بالمدينة وترفع كل منها تصرف منطقتها إما مباشرا أو غير مباشر إلى المحطات الرئيسية التى ترفع بدورها التصرف إلى أعمال التنقية المختلفة، ومواسير الانحدار المستخدمة فى الشبكة هى:

الفخارى الحجرى للأقطار من ٢٠٠ مم إلى ٦٠٠ مم

مواسير أسمنت مسلح للأقطار التى تزيد عن ٦٠٠ مم إلى ١٢٠٠ مم

مجمعات من الطوب أو الخرسانة « « « « ١٢٠٠ مم

والمجمع الرئيسى بالمدينة مبنى من الخرسانة المسلحة .

أما مواسير الطرد فهى إما من الزهر أو الصلب أو الخرسانة المسلحة .

الصيانة والتشغيل :

لا توجد بالاتحاد السوفيتى أى متاعب من غازات المجارى ويستخدمون أعمدة التهوية بالمنازل كما تقام على شبكة المواسير فى أماكن متعددة . وتنظف الشبكة دوريا مما يصلها من قاذورات الشوارع ولا توجد سدود ناجمة من سوء الاستخدام .

لننجراد :

عدد سكانها حسب تعداد سنة ١٩٥٦ — ٤٠٠٠٠٠٠ (أربعة مليون) نسمة ولصرف مياه مجاريها قسمت المدينة إلى خمسة مناطق :

التصرف اليومى لثلاث منها شاملا مخلفات المبانى والمصانع ومياه الرشح والأمطار	١٥٤٤٠٠٠م٣
والتصرف اليومى للمنطقتين الباقيتين شاملا مخلفات المبانى والمصانع ومياه الرشح	١٣٧٠٠٠ م٣
جملة تصرف المدينة سنة ١٩٦٠	١٦٨١٠٠٠م٣

أى ٤٢٠ لترا / اليوم للشخص شاملا مخلفات المبانى والمصانع ومياه الرشح وجميع مياه الأمطار تقريبا .

فإذا فرضنا أن ٢٥ ٪ لمياه الأمطار علما أن لننجراد مدينة كثيرة المطر . لكان التصرف اليومى للشخص فى اليوم شاملا مياه الرشح هو ١٨٩ لترا وهو يقارب تصرف الشخص فى مدينة موسكو البالغ قدره ١٨٠ لترا / اليوم .

ومياه المصانع تصرف فى شبكة المجارى دون أية معالجة .

وفيما يلى بيان لتصرفات مناطق المدينة المختلفة ونوع معالجتها ومكان التخلص منها ومشروعات أعمال التنقية المستقبلة :

المنطقة	كمية التصرف م٣/اليوم	الشبكة	أعمال التنقية سنة ١٩٦٠	مكان الصرف	مشروع المستقبل
الشمالية الغربية	١٠٤٠٠٠	منفصلة شبكة لمياه المجارى ، وشبكة لمياه المطر	لا يوجد	خليج فنلندا	أحواض ترسيب - أحواض تخمير الحمأة ويصرف فى خليج فنلندا
الوسطى	٥٦٩٠٠٠	متصلة شبكة واحدة لمياه المجارى والمطر	لا يوجد	نهر النيفا قرب مصبه فى خليج فنلندا	أحواض ترسيب - أحواض تخمير الحمأة ويصرف فى مكانه الحالى
الجنوبية	٥١٠٠٠٠	متصلة شبكة واحدة لمياه المجارى والمطر	أحـــواض ترسيب إبتدائية — مدة بقاء ساعة . الحمأة ترفع إلى الأراضى الزراعية للتسميد	نهر النيفا	يرفع تصرفها فى المستقبل إلى أحواض ترسيب للمنطقة الوسطى عند إنشائها

الشمالية	٤٦٥٠٠٠	متصلة شبكة واحدة لمياه المجارى والمطر	أحواض ترسيب إبتدائية — مدة بقاء ساعة . الحمأة ترفع إلى الأراضى الزراعية للتسميد	نهر النيفا	أحواض ترسيب وأحواض تخمير وتجفيف الحمأة بتفريغ الهواء وتصرف فى خليج فنلندا
الشمالية الشرقية	٣٣٠٠٠	منفصلة شبكة لمياه المجارى وشبكة لمياه الأمطار	تنقية كاملة والحمأة بعد أحواض التخمير ترفع للأراضى الزراعية للتسميد	نهر صغير مجاور	يكتفى بالمشروع الحالى الموجود

وعمر مدينة لننجراد حوالى ٢٥٠ عاما ، وقد بدىء فى تصميم المجارى العمومية لها سنة ١٩٢٤ ، وبدىء فى تشغيلها فى أول منطقة سنة ١٩٣٠ .

ورغم حداثة التصميم لمجارى مدينة لننجراد فقد سمحوا بالصرف دون تنقية إطلاقا فى نهر النيفا وفى خليج فنلندا وهو خليج ضحل لمسافة طويلة من الشاطىء .

كييف :

عدد سكانها حسب تعداد سنة ١٩٥٦ هو ١١٠٠٠٠٠ نسمة .

وتصرف المدينة اليومى شاملا مخلفات المبانى ومياه الرشح ومخلفات المصانع التى تصرف فى شبكة المجارى دون معالجة هو ٣٥٢٠٠٠م٣ .

وباحتساب ٤٠٪ من التصرف لمخلفات المصانع يكون تصرف الشخص فى اليوم ١٩٢ لترا ، أما مياه الأمطار فلها شبكة خاصة بها .

ويوجد بالمدينة عشرة محطات للرفع تصرف فى المجمع الرئيسى الذى يسير بالانحدار وجزؤه الداخل بالمدينة مقفل ومبنى من الطوب . أما جزؤه الواقع خارج المدينة فهو قناة مكشوفة . ويصب المجمع تصرفه الخام دون تنقية فى نهر الدنيبر .

وقبل الحرب العالمية الأخيرة كانت مياه المجارى ترفع بعيداً عن الكردون الشمالى للمدينة ويتخلص منها برى الأراضى الزراعية .

ولم يحتاج الأمر إلى تطهير المجمع منذ إنشائه وأما المواسير الفرعية فقلما يلزم تطهيرها أو تسليكها ، وأنواع المواسير للأقطار المختلفة هى نفس أنواع المواسير المستخدمة بمشروع مدينة موسكو لنفس الأقطار .

مأخذ مياه الشرب يبعد عن مصب المجارى بحوالى ٢٥ كيلومترا من الأمام وأقرب قرية خلف المصب تبعد عنه بحوالى ٢٥ كيلو مترا كذلك ، وأقصى تصرف لنهر الدنيبر هو ٣٠ ألف م٣/ الثانية وأقله ٣٠٠م٣/ الثانية .

ومدينة كييف تقع جميعها على الجانب الأيمن للنهر ، وفى المشروع الجارى تحضيره بمكتب التصميم المختص بمدينة موسكو اختير موقع أعمال التنقية على مسافة خمسة كيلو مترات من الجانب الأيسر على أن تنقل مياه المجارى فى ماسورة زهر توضع على قاع النهر .

سوتشى :

سوتشى من أشهر مصايف الاتحاد السوفيتى وبها عدة مصحات وعمرها كمدينة ومصيف حوالى الستين عاما ، ويحرص المسئولين على عدم تلوث مياهها الجوفية بمياه المجارى أو غيرها إذ أنها مياه معدنية ذات قيمة صحية ، وعدد سكانها المقيمين سنة ١٩٦٠ هو ٩٥٠٠٠ نسمة ويصل تعدادها إلى ١٢٥٠٠٠ فى أشهر الصيف .

ولصرف مياه مجاريها قسم الجزء من المدينة البعيد عن البحر إلى ١٣ منطقة لكل منها محطة رفع ، وتصرف هذه المناطق حوالى ٣٠٠٠٠ م٣/ اليوم يرفع بواسطة هذه المحطات إلى محطة الرفع الرئيسية التى بدورها ترفعه إلى أعمال التنقية فى ماسورتى طرد من الزهر قطر كل ٣٥ سم ، أما أجزاء المدينة القريبة من البحر والبالغ تصرفها ١٢ ألف م٣/ اليوم فتصرف مخلفاتها فى البحر مباشرة دون أية تنقية إطلاقا .

وماسورة الصب داخلة فى البحر لمسافة كيلو متر وعمق مخرجها ٩ متر من السطح ويجرى مكتب التصميم المختص بموسكو تصميم أحواض تصفية وترسيب ابتدائية تكفى لمعالجة التصرفات الآتية :

١ — التصرف الحالى الذى يصرف فى البحر دون تنقية .
٢ — تصرف المناطق المحرومة .
٣ — الزيادة المنتظرة فى المستقبل لتصرف المدينة .

وهناك شبكة خاصة للأمطار تصرف مياهها فى البحر مباشرة .

والمواسير المستخدمة فى الانحدار هى :

الفخار — الاسبستوس والزهر عند رداءة التربة .

والمستخدمة فى الطرد هى مواسير الزهر أو الصلب .

أعمال التنقية الحالية بسوتشى :

التصرف ٣٠٠٠٠ م٣/ اليوم تقريبا والأكسجين الحيوى الممتص للمياه الخام حوالى ١٧٠ جزء فى المليون وعملية التنقية عملية كاملة والأكسجين الحيوى الممتص للسيب الخارج منها لا يزيد عن ٤ جزء فى المليون وهو صافى اللون عديم الرائحة والمواد العالقة به تكاد تكون منعدمة .

ووحدات التنقية هى :

١ — شبكة لا تستخدم لعدم لزومها .

٢ — أحواض تصفية السرعة بها ٣٠ سم / الثانية .

٣ — أحواض ترسيب ابتدائية رأسية ومدة البقاء ساعة واحدة .

٤ — أحواض تهوية - مدة البقاء ثمانية ساعات وضغط الهواء ٤ متر وكميته حوالى ٦ م٣ للمتر المكعب من مياه المجارى — وكمية الحمأة المعادة ١٨ ٪ إلى ٢٠٪ من التصرف .

٥ — أحواض ترسيب نهائية - مدة البقاء ساعتين .

٦ — تعقيم بالكلور ٩ جم للمتر المكعب ويتبقى كلور فى السيب الخارج مقداره ٢ جم لكل متر مكعب .

٧ — الحمأة تعالج فى أحواض هضم الحمأة ومدة الملء ٢٠ يوما تقريبا وترفع درجة حرارة الأحواض إلى ٢٤° سنتجراد - ومستقبلا سترفع درجة الحرارة

إلى٥٤° سنتجراد وزيادة مدة البقاء إلى ٣٠ يوما للحصول على كمية أكبر من غاز الميثين وللتخلص من الميكروبات الموجودة بالحمأة .

٨ — درجة الرطوبة للحمأة الخارجة من أحواض هضم الحمأة هى ٩٧ ٪. وتنشر بأحواض التجفيف لعمق ٦٠ سم وتجف صيفا بعد ١٨ يوما وشتاء بعد ٢٥ يوما تقريبا ، علما أن درجة الحرارة بسوتشى تتراوح بالنهار بين ٢٠ ، ٣٠° سنتجراد صيفا ، ١٢° إلى ١٤° سنتجراد فى الشتاء — وبعد جفاف الحمأة تشون فى أكوام يتراوح ارتفاعها بين ٧٠ سم ومترين وتترك ستة شهور حتى يقضى على كافة الميكروبات بها وبعدئذ يصرح بنقلها واستخدامها فى التسميد .

ويشكو المسئولون من كثرة توالد الذباب بالمزرعة رغم ما لجأوا إليه من استخدام المواد الكيمائية الكثيرة التكاليف لمنع توالده . وقدشرح المختصين طريقة تجفيف الحمأة بطريقة التغريق (الطريقة المستحدثة بجمهورية مصر العربية والسابق شرحها) وسيعملون على استخدامها .

الولايات المتحدة الأمريكية

تنفرد الولايات المتحدة الأمريكية عما عداها من دول العالم بارتفاع استهلاك الفرد للمياه إذ يصل فى بعض مدنها ما يزيد عن ٧٠٠ لترا للفرد فى اليوم بينما فى دول أوربا وجمهورية مصر العربية لا يزيد هذا المتوسط عن ٢٠٠ لترا — ولذا فمياه مجارى مدن الولايات المتحدة ضعيفة فأكسجينها الحيوى الممتص حوالى ٢٠٠ جزء فى المليون .

ورغم أن جميع الدول المتقدمة فى العالم ترصد المبالغ اللازمة لأعمال البحوث إلا أن الولايات المتحدة تبزها فى ذلك فترصد مبالغ ضخمة لهذا الغرض ، وعلى سبيل المثال فما خصص لأعمال البحوث للمياه والمجارى لمصنع ملواكى القريب من مدينة شيكاغو سنة ١٩٦٩ هو مبلغ ٥٢٠٠٠٠ دولار ساهمت الحكومة الفيدرالية فيه بالنصف فلو علمنا أنه مصنع من ضمن مئات الجهات التى تبحث فى تحسين مهمات وكيفية معالجة مياه الشرب والمجارى لقدرنا جسامة المبالغ المخصصة لهذا الغرض ولأخذنا فكرة عما ترصده من مبالغ على أعمال البحوث للعلوم الأخرى المختلفة ولوقفنا على سبب تقدم الولايات المتحدة رغم حداثة عهدها ونوضح فيما يلى نظرة عامة لأهم ما يراعى فى تصميم مشروعات المجارى وتشغيلها وصيانتها بالولايات المتحدة الأمريكية .

الشبكة :

١ — يستخدم الانحدار الطبيعى ما أمكن والتقليل إلى أقصى حد من استخدام محطات الرفع الفرعية والرئيسية .

٢ — تستخدم مواسير الفخار الحجرى المزجج فى إنشاء خطوط الانحدار

فإن تعدى القطر ٣٠ بوصة وهو أقصى قطر تصنع به مواسير الفخار بالولايات المتحدة استخدمت المواسير الأسمنتية فإن زاد القطر عما يمكن استخدامه من مواسير أسمنتية بنيت المواسير بالموقع .

٣ — ولحماية المواسير الأسمنتية وجدران بيارات المحطات (بالمناطق مرتفعة الحرارة) تغطى بدهانات أو رقائق مختلفة لوقايتها من التآكل بفعل الغازات .

٤ — رغم كثرة الأمطار فغالبية شبكات المدن تجمع بها مياه المبانى المنزلية والمصانع والأمطار أى أن الشبكة مشتركة .

٥ — تطهر الشبكة دوريا (وبالأخص الخطوط ذات الميول البسيطة) مما يصل إليها من أتربة الشوارع ولتسهيل عملية التطهير تنشأ غرف على خطوط المواسير لتصيد الرواسب .

٦ — تحقن شبكة المجارى بالولايات الجنوبية بالكلور لتخفيف درجة تعفنها .

٧ — يتم تشغيل غالبية المحطات الفرعية أتوماتيكيا وتنشأ غرفة مراقبة بإحدى المحطات يمكن بها معرفة ما يتم بالمحطات الأخرى وتنبه إلى أى عطل بإحداها .

٨ — يتم تنفيذ وصيانة مشروعات المجارى باستخدام الآلات لسرعة التنفيذ مع تقليل العمالة والمحافظة على العمال من التلوث .

وقلما تظهر حالات طفح ناتجة من سوء الاستخدام وذلك لارتفاع الوعى لدى المواطنين ولتنفيذ جميع الاشتراطات الصحية للأجهزة الصحية الداخلية للمبنى ولذا لا تستخدم غرف التفتيش للمبانى ويستعاض عنها بطبات مدفونة تحت سطح الأرض .

٩ — لا تظهر حالات طفح ناتجة عن عجز المرفق لخطة مشروعات المجارى دائما سابقة لما يرد إليها من تصرفات .

وقد تظهر حالات طفح ناتجة من كسر بالمواسير وفى الغالب ينتج عن تخلل جذور الأشجار داخل الوصلات ويعمل فورا على إصلاحها .

١٠ — الإشراف دقيق والعمل محصور ولكل مسئولينه وللمشرفين سيارات مجهزة بجهاز استقبال يذيع من المركز الرئيسى باستمرار كافة التعليمات والتوجيهات وينبه إلى أماكن الحوادث ليتوجه إليها المسئولين فورا — وعدد العمالة والمشرفين قليل ولكنه مزود بكافة الإمكانيات .

أعمال المعالجة :

بالمثل تستخدم الآلات فى عملية إنشاء أعمال المعالجة وفى تشغيلها وصيانتها فالشبك ينظف أتوماتيكيا وتسحب الرواسب من كافة الأحواض أتوماتيكيا وتنقل مخلفات أحواض الراسب الرملى وتنظف وتغسل ويتخلص منها آليا . وبذا فعدد العمالة قليل والعمل سائر بدقة وبغاية النظافة . كما توجد غرفة لمراقبة تشغيل جميع وحدات المعالجة ، منها يمكن معرفة قيام كل وحدة بواجبها ومعرفة أى خلل يطرأ عليها ومكانه .

والتحاليل بالمعمل يستعان فى إجرائها بأجهزة أتوماتيكية وبذا يتم الحصول على النتائج بسرعة وبدقة عما لو أجريت باليد وبذا يسهل إجراء العدد اللازم من التجارب المعقدة يوميا .

ويتوخى فى اختيار الموقع أن يكون بعيدا عن الكتل السكنية ويجمل بالحدائق المراعى فيها الذوق وحسن التنسيق كما يراعى ألا تكون عملية المعالجة سببا لمضايقة المساكن القريبة أو الطرق المارة بجواره .

ووحدات المعالجة لا تختلف عن المتعارف عليه فهى شبك ، وقد تستخدم

القواطع ، وأحواض راسب رملى ، وأحواض ترسيب ابتدائى فى الغالب مستديرة بمدة بقاء حوالى ساعة وأحواض تهوية ، وترسيب نهائية بمدة بقاء حوالى ساعتين .

وغالبية عملية التهوية تتم بالحمأة المنشطة بالهواء المضغوط وذلك للعمليات الكبرى والمتوسطة . أما العمليات الصغيرة فتتم بمرشحات الزلط السريعة ولا تستخدم عملية التهوية بطرق أخرى إذ يرى المسئولين عدم صلاحيتها إلا للعمليات الصغرى إذا رغب فى استعمالها .

وغالبية أعمال المعالجة كلية وقليل من العمليات ما يكتفى فيها بالمعالجة الجزئية .

والحمأة تعالج بأحواض تخمير الحمأة وبعد ذلك تدفن بالبحار أو تجفف بأحواض التجفيف أو آليا .

وقد تتعدد مواقع أعمال المعالجة حسب اتساع المدينة وما تمليه الشروط الفنية والاقتصادية — ولكل موقع مديره المسئول وجميع أعمال التنقية بالمدينة إن تعددت تتبع مدير واحد مسئول .

ولجهاز المجارى (شبكة ومعالجة) مدير عام مسئول عن جميع أعمـــال التشغيل والصيانة .

هذا فيما يخص مياه المجارى المنزلية أما مياه الصناعة فهى مشكلة الولايات المتحدة إذ أن القليل من المصانع هى التى تقوم بمعالجة مخلفاتها قبل التخلص منها حتى تطابق المعايير اللازمة ، أما الغالبية فتعالج مخلفاتها إما جزئيا أو تتخلص منها خام دون أى معالجة ، ممـا أساء إلى الكثير من الكتل المائية وإحالها إلى مياه عفنة ضارة بالصحة العامة وقضى على حياة الأسماك بها ومنع الاستفادة منها كأماكن للتنزه أو الاستحمام أو كمصدر لمياه الشرب أو استخدامها للرى .

وفيما يلى نبذات مختصرة عن مشروعات المجارى العمومية ببعض مدن الولايات المتحدة الأمريكية :

١ — نيويورك — وهى أكثر مدن الولايات المتحدة سكانا وأكثرها شهرة وهى مقامة على بقعة صغيرة من الأرض بالنسبة لعدد سكانها ، لذا ارتفعت مبانيها ارتفاعا شاهقا ووصلت إلى ما يزيد عن مائة طابق .

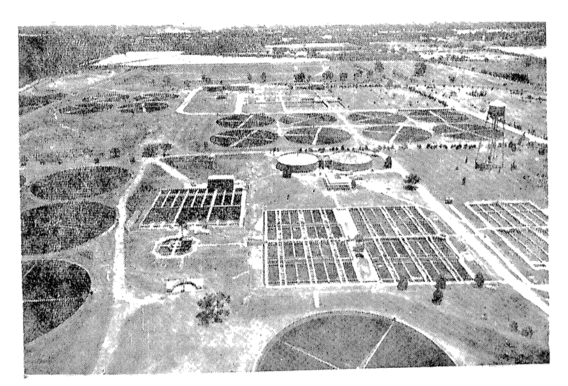
ويتخلل البحر المدينة وكانت تصرف به مخلفات المدينة السائلة دون معالجة فساءت حالته وأصبحت مياهه الملوثة تحاصر المدينة حتى فكر فى الثلاثينات فى إنشاء أعمال معالجة — ولقلة رقعة الأرض ولطول المدينة لذا تعددت مواقع أعمال المعالجة وهى عبارة عن شبك وأحواض ترسيب ابتدائية وأحواض تهوية بالهواء المضغوط وأحواض ترسيب نهائية وأحواض تخمير للحمأة .

وهى كباقى مشروعات المجارى بهذه الدولة يستخدمون الآلات فى أعمال التشغيل والصيانة سواء للشبكة أو أعمال التنقية ولا يلجئون للأيدى العاملة إلا فى أضيق الحدود .

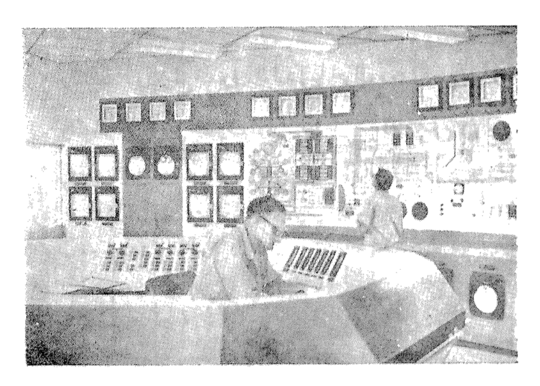
٢ — مدينة دالاس — لا تختلف عن غيرها من عمليات المعالجة بمدن الولايات المتحدة ، وللمدينة عملية معالجة واحدة تستعمل مرشحات الزلط السريعة لعملية التهوية والشكل رقم (١٣٥) يوضح منظر جوى لعملية المعالجة وشكل رقم (١٣٦) محطة مراقبة بها .

٣ — لوس أنجلوس — وهى مدينة شاسعة المساحة إذ تبلغ مساحتها حوالى ٢٥٠٠ ميل مربع ويرجع السبب فى اتساع رقعتها إلى رغبة مواطنيها فى السكنى فى الفيلات الخاصة — وكان نتيجة ذلك ارتفاع تكاليف تزويد المدينة بالمرافق المختلفة ، فطول شبكة مواسير مجاريها بلغ حوالى ٤٠٠٠ ميل وقد بلغ طول أحد مجمعاتها الرئيسية حوالى ٩٠ ميلا .

ولكثرة ما يتخلل المدينة من المرتفعات والمنخفضات فقد اضطروا (رغم



شكل رقم (١٣٥) منظر جوى لعملية معالجة مياه المجارى



شكل رقم (١٣٦) محطة مراقبة بأعمال تنقية مدينة دالاس

العمل بأقصى ما يمكن فى تجميع المياه بالإنحدار) إلى إنشاء حوالى ٢٥ محطة رفع المناطق .

ولطول المجمعات لم تعط انحدار كاف بل أنشئت بأقل انحدار مسموح به وكان نتيجة طول المجمعات وضعف انحدارها وبالتبعية بقاء مياه المجارى بها مدة طويلة (هذا بخلاف المدة التى قضتها المياه من مصدرها حتى مصبها بالمجمعات) أن تعفنت وتحللت مياه المجارى بها وتولد منها غاز كبريتور الايدروجين ذو الرائحة الكريهة والضار بمنشآت المجارى المار بها ، ولمقاومة تأثيره فقد بذلت عدة محاولات وتوصل أخيرا إلى أن أفضل طريقة هى إنشاء عدة نقط على المجمع للتهوية الصناعية والتخلص من كبريتور الايدروجين أولا بأول .

ولطول المدينة لذا يتم التخلص من مخلفاتها السائلة بثلاثة مواقع بالمحيط وكان يتم التخلص دون أى معالجة سوى بالشبك متوسط الفتحات ثم يليه شبك دقيق الفتحات وكان من نتيجة ذلك أن تلوثت مياه المحيط وأصبحت شواطىء المدينة الرملية المنبسطة الجميلة خطرا على الاستحمام فى مياهها مما استدعى إنشاء تنقية جزئية لكل موقع ومد المصبات لمسافات كبيرة داخل المحيط .

والمنطقة الأولى يبلغ التصرف الوارد إليها حوالى ٢٠٠ ألف م^{٣} / اليوم .

والمنطقة الثانية يبلغ التصرف الوارد إليها حوالى ٧٥٠ ألف م ٣/ اليوم .

والمنطقة الثالثة تقع بجهة هيبريون وقد سميت أعمال المعالجة باسم هذه الجهة وهى من أكبر العمليات بمدينة لوس أنجلوس إذ يبلغ التصرف الوارد إليها حوالى ١٢٥٠٠٠٠ م ٣/ اليوم ورغم أن مصبها داخل فى المحيط لمسافة حوالى ميل ومخرجه تحت سطح الماء بحوالى ٢٠ متراً إلا أن لقربها الشديد من شواطىء الاستحمام رؤى خشية تلوث المياه أن تعالج المياه معالجة كلية قبل التخلص منها .

وأحواض المعالجة هى : شبك وأحواض تصفية وأحواض ترسيب ابتدائية وأحواض تهوية بالهواء المضغوط وأحواض ترسيب نهائية ، وقد أنشىء حديثا

مصب آخر داخل المحيط لمسافة حوالى ١ر٦ ميل والرواسب بعد معالجتها بأحواض تخمير الحمأة يتم التخلص منها بدفنها فى مياه المحيط بعيداعن الشواطىء.

٤ — شيكاغو — منذ حوالى ١٤٠ عاما مضت لم يكن بمدينة شيكاغو أى طريقة لتجميع مخلفات المبانى السائلة أو مياه السطوح وفى سنة ١٨٣٤ اقترض القائمون على أمر المدينة مبلغ ٦٠ دولارا لدفع تكاليف حفر خندق لصرف مياه الأمطار من الشارع الرئيسى بالمدينة وقتئذ بنهر شيكاغو وكانت هذه أولى الخطوات لإنشاء مشروع مجارى للمدينة — وفىسنة ١٨٥٤ بلغ طول الشبكة ٥ر٤ ميل وكانت تصب كذلك فى النهر .

وزاد طول شبكة المواسير فبلغ سنة ١٨٥٦ حوالى ٥ر١٠ ميل وتم صرفها فى بحيرة متشجين ، وتدرجت مشروعات المجارى بالمدينة إلى ان أصبحت بوضعها الحالى تعتبر من أكبر المشروعات بالعالم ، وعدد السكان الذين يخدمهم مشروع مجارى مدينة شيكاغو حوالى ٦ مليون نسمة والتصرف الذى يخدمه المشروع حوالى ١٠٠٠ مليون / جالون فى اليوم أى حوالى ٤ر٠٠ مليون م^3/ اليوم .

وطول الشبكة بالمدينة حوالى ٥٠٠٠ ميل وعدد آبارها ١٤٧ ألف بئر ومنشأ عليها حوالى ٢٢٠٠٠ حوض ترسيب لتصيد الرواسب من الشبكة .

ولا توجد متاعب بالشبكة من تأثير الغازات إذ أنها قليلة التولد لبرودة الجو وكثرة الأمطار — والمتاعب تنتج فقط عما يصل إلى الشبكة من أتربة ورمال — ولذا فالعمل مستمر فى تطهيرها ميكانيكيا أو بالكيماويات .

والشبكة مشتركة وتسير بالانحدار إلاالقليل جداً من أحياء المدينة التى ترفع مياهها بمحطات رفع فرعية — وتوجد ثلاث محطات رئيسية لرفع مخلفات المدينة السائلة إلى أعمال التنقية .

والغالبية العظمى من المخلفات السائلة المنزلية يعالج معالجة كلية وجزء يسير منه يستخدم للتجارب ويعالج بعد المعالجة الكلية معالجة أخرى للحصول على درجة نقاوة أعلا ، وجزء ضئيل من التصرف يعالج معالجة جزئية فقط .

ويتم التخلص من السيب بعد معالجته بالنهر وهو شديد الانحدار ويصب فى نهر المسيسبى إذ أبطل الصرف بالبحيرة لمنع تلوثها .

أما مخلفات المصانع السائلة فهى مشكلة ومنذ سنة ١٩٦٥ اتخذت البلدية خطوات لإجبار أصحاب المصانع على معالجة مخلفاتها طبقا للمعايير المقررة بالقانون وما زال لتاريخه الكثير من المصانع التى لم تبدأ بعد فى إنشاء أعمال المعالجة اللازمة لها .

بعض نقاط هامة يجب مراعاتها

لما لمشروعات المجارى العمومية من فائدة صحية واقتصادية لذا يجب تعميمها بالمدن مع مراعاة إجراء الإحلال والتوسيع اللازم للقائم منها وذلك طبقا لخطة مرسومة واجبة التنفيذ ، ويجب أن تسبق قدرة المشروع باستمرار ما ينتظر أن يصل إليه من تصرفات ، فالمشروع العاجز وجوده أكثر ضررا من فائدته وكان من الأفضل عدم إنشائه والاعتماد عليه .

يجب أن يقوم بأعمال تصميم المشروعات والإشراف على تنفيذها جهاز مركزى متخصص لما فى ذلك من مزايا اقتصادية وفنية وهو ما تتبعه الدول الرأسمالية والدول الشيوعية فالأولى تحيل مشروعاتها إلى مكاتب الخبراء والثانية تقوم الإدارات العامة المركزية المتخصصة بهذا العمل ، إذ يتنافى والوجهة الاقتصادية والفنية أن تحتفظ كل بلدية بمكتب كامل مستعد للتصميم والإشراف على تنفيذ مشروعات مجاريها فأى بلدية مهما كبرت لا يحتاج مشروعها بعد أن يتم تشغيله إلى أى تدعيم أو توسيع ذى بال قبل مضى عشرات من السنين فيبقى بذلك مهندسو المكتب دون عمل يذكر ، أو يوجهوا إلى أعمال أخرى فلا يمارسوا عملهم لمدة ، مما يفقدهم الخبرة والتدريب وينزل بمستواهم الفنى ويجعلهم غير أهل لتصميم وتنفيذ المشروعات الكبرى على أحدث الطرق الفنية والاقتصادية وهذا ماحدث لمكتبى التصميم بكل من بلديتى القاهرة والاسكندرية إذ استعانوا بالخبراء عندما احتاجوا إلى تنفيذ بعض المشروعات الكبرى .

لذا فغالبية بلديات الدول المتقدمة تحيل مشروعاتها المختلفة سواء كانت مجارى أو غيرها إلى المكاتب المركزية المتخصصة .

إن أعمال التشغيل والصيانة عمل يومى مستمر ومن صلب عمل البلديات

ومسئوليتها وهى عليه أقدر من إسناده إلى إدارة مركزية فإشرافها بأجهزتها أدق كما يمنع اى ازدواج للإشراف ، فتحزم الأمور بسرعة وتقل التكاليف ، وفى بعض الأحيان ما يخدم مشروع مجارى أكثر من بلدية كما هو الحال بمشروع مجارى القاهرة الكبرى ومشروع مجارى مانشستر ومجارى مدينة لوس انجلوس وفى هذه الحالة يعطى الإشراف على تشغيله وصيانته لأكثر البلديات استفادة منه على أن تدفع كل بلدية من ميزانيتها ما يخصها للبلدية المشرفة .

لتصميم مشروعات المجارى والصرف الصحى وتنفيذها والإشراف على تشغيلها وصيانتها — يجب أن يكون جميع العاملين على مختلف مستوياتهم على درجة من الكفاءة والخبرة بعملهم مما يؤهلهم للقيام به على أكمل وجه ، وألا يمارس أى عمل إشرافى أو رئاسى إلا لمن كان حاصلا على دبلوم تخصص علاوة على خبرته العملية حتى يكون على علم تام بعمل وأغراض كل وحدة من وحدات المرفق على حدة وما تساهم به من معاونة لباقى الوحدات .

كما يلزم أن تتولى هيئة عليا تضم خيرة الخبراء المتخصصين لرسم السياسة العامة والإشراف على الخطوط الرئيسية للتصميم وإقرار الأولويات للمشروعات والبحوث واعتماد نتائجها وتعديل ما تراه لازما للشروط والمواصفات العامة .

وأن تتقدم بتوصياتها للجهات المعنية ، كما يجب أن تكون هناك علاقة وثيقة بين هذا اللجنة ونظيرتها لمياه الشرب .

الباب العشرون

قانون صرف المخلفات السائلة بجمهورية مصر العربية

وجداول مفيدة

قرار رئيس الجمهورية العربية المتحدة

بالقانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢

فى شأن صرف المتخلفات السائلة

باسم الأمة

رئيس الجمهورية

بعد الاطلاع على الدستور المؤقت

وعلى القانون رقم ٣٥ لسنة ١٩٤٦ بشأن صرف مياه المحال العمومية والصناعية فى المجارى العمومية والقوانين المعدلة له .

وعلى القانون رقم ٩٦ لسنة ١٩٥٠ الخاص بصرف مياه المبانى والمواد المتخلفة فى المجارى العامة المعدل بالقانون رقم ٦٤٥ لسنة ١٩٥٤ .

وعلى القانون رقم ١٩٦ لسنة ١٩٥٣ فى شأن صرف مياه المحال العمومية والتجارية والصناعية فى مجارى المياه المعدل بالقانون رقم ٣٣ لسنة ١٩٥٤ :

وعلى ما ارتآه مجلس الدولة .

قرر القانون الآتى

الباب الأول

المجارى العامه والصرف فيها

مادة ١ — فى تطبيق أحكام هذا القانون تطلق (شبكة المجارى) على الإنشاءات التى تعد لتجميع المتخلفات السائلة من المساكن والمصانع والمحال العامة والتجارية والصناعية وغيرها ومياه الرشح والأمطار لغرض التخلص منها بطريقة صحية بعد تنقيتها أو بدون تنقية .

وتعتبر المجارى عامة إذا أنشئت بأموال عامة أو أنشئت بأموال خاصة فى طرق عامة أو فى طرق خاصة مفتوحة للمرور العام واتصلت بشبكة مجارى عامة .

مادة ٢ — للجهة القائمة على أعمال المجارى أن تنشىء مجارى عامة فى الطرق الخاصة المفتوحة للمرور العام أو غير المفتوحة له دون أن تلتزم بتعويض مالك الطريق ودون تحصيل النفقات اللازمة لذلك من ملاك العقارات الذين انتفعت عقاراتهم بهذه المجارى .

مادة ٣ — مع عدم الإخلال بأحكام المادة ٧ يجب أن توصل إلى المجارى العامة المبانى الواقعة على الطرق الممتدة بها هذه المجارى وكذلك المبانى التى لا يزيد بعدها عنها على ثلاثين مترا إذا ما طلبت ذلك الجهة القائمة على أعمال المجارى من مالك العقار أو الحائز ، وعلى المالك فى هذه الحالة أن يتقدم إلى الجهة المذكورة بطلب توصيل العقار إلى المجارى العامة خلال شهرين من تاريخ مطالبته بالتوصيل وأن يستكمل فى هذه الفترة التوصيلة الداخلية فإذا انقضت هذه الفترة دون أن يتقدم بطلب التوصيل جاز للجهة القائمة على أعمال المجارى أن تقوم بتوصيل المبانى إلى المجارى العامة بالطريق الإدارى على نفقة المالك مع مراعاة ما تقضى به المادة التالية من هذا القانون .

مادة ٤ — الجهة القائمة على أعمال المجارى هى المختصة دون غيرها بإنشاء التوصيلة اللازمة لايصال المبانى من غرفة التفتيش النهائية إلى شبكة المجارى العمومية ويتم ذلك على نفقة المالك بعد التثبت من مطابقة غرفة التفتيش وغرف حجز المواد الغريبة لأحكام القرارات المنفذة لهذا القانون .

ويعفى ملاك العقارات المنشأة قبل العمل بهذا القانون والتى لايزيد إيجارها الشهرى على خمسة جنيهات من تكاليف التوصيل . كما يعفى من نصف هذه التكاليف ملاك هذه العقارات التى لايزيد إيجارها الشهرى على عشرة

جنيهات وتعتبر هـــذه التوصيلات بمجرد إنشائها جزءاً من شبكة المجارى العامة .

وللجهة القائمة على أعمال المجارى أن تزيل التوصيلة التى تمت بالمخالفة لأحكام هذا القانون أو أن تعدلها بصفة مؤقتة لاستمرار صرف المبنى وذلك بالطريق الإدارى وعلى نفقة المـالك .

مادة ٥ — للجهة القائمة على أعمال المجارى أن تصل أى عقار بغرفة تفتيش عقار آخر أو بمواسير أو بمطابق أنشئت فى طريق عام أو خاص على نفقة مالك آخر بعد التأكد من استيعابها للتصرف الجديد .

مادة ٦ — لا يجوز المساس بأى جزء من المجارى العامة أو التوصيلات إليها كما يحظر القاء سوائل أو مواد بها غير ما أعدت لصرفه أو من غير طريق التوصيلات المعتمدة على أنه يجوز ذلك بترخيص من الجهة القائمة على أعمال المجارى وتحت إشرافها .

مادة ٧ — لا يجوز أن تصرف فى المجارى العامة المتخلفات السائلة من المحال العامة والصناعية وغيرها التى يصدر بتحديدها قرار من وزير الإسكان والمرافق دون ترخيص فى ذلك من الجهة القائمة على أعمال المجارى ويصدر هذا الترخيص بعد التثبت من الجهة المختصة من استيفاء المحـال للشروط الصحية الواجبة طبقا للقوانين واللوائح المعمل بها .

وللجهة القائمة على أعمال المجارى فى حالة صرف المتخلفات السائلة دون دون ترخيص أن توقف صرفها بالطريق الإدارى .

مادة ٨ — يجب أن تكون المتخلفات السائلة التى يرخص فى صرفها من المحال المشار إليها فى المـادة السابقة فى حدود المعايير والمواصفات التى يصدر بها قرار من وزير الإسكان والمرافق بموافقة وزير الصحة ويذكر فى الترخيص معايير ومواصفات تلك المتخلفات .

مادة ٩ — يجرى تحليل عينات من المتخلفات السائلة من المحال المرخص لها فى الصرف بصفة دورية فى المعامل والمواعيد التى يحددها وزير الصحة ويصدر بها قرار من وزير الإسكان والمرافق ولصاحب الشأن أن يعترض على نتيجة التحليل خلال شهر من تاريخ إخطاره بها وتحدد فى القرار المشار إليه إجراءات الفصل فى المعارضات ورسوم إعادة التحليل وقدرها خمسة جنيهات التى يؤديها المعترض وأحوال ردها إليه . وإذا تبين من التحليل أن تلك المتخلفات السائلة تجاوز حدود المعايير والمواصفات المنصوص عليها فى القرار سالف الذكر وجب على صاحب الشأن أن يقوم خلال ستة شهور من تاريخ إخطاره بذلك بإيجاد وسيلة علاج لتصبح المتخلفات مطابقة للمواصفات والمعايير المشار إليها وإلا جاز إلغاء الترخيص بقرار مسبب من الجهة القائمة على أعمال المجارى ، ويجوز مد المهلة المذكورة بموافقة هذه الجهة أما إذا تبين أن هناك خطرا على الصحة العامة أو على سلامة المنشآت العامة من صرف المتخلفات السائلة فى شبكة المجارى وجب على صاحب الشأن إزالة مسببات الضرر خلال المدة التى تحددها له تلك الجهة وتخطره بها وإلا جاز لها القيام بذلك على نفقته . على أنه فى حالة الخطر العاجل يجوز بقرار من المحافظ وقف صرف المتخلفات السائلة فى المجارى بالطريق الإدارى .

الباب الثانى

مجارى المياه والصرف فيها

مادة ١٠ — فى تطبيق أحكام هذا القانون تعتبر مجارى مياه :

(١) نهر النيل والأخوار .

(٢) الرياحات والترع الرئيسية وفروعها الأصلية والثانوية والجنابيات .

(٣) المساقى والقنوات وما فى حكمها .

(٤) المصارف وفروعها الأصلية والثانوية .

(٥) البحار والبحيرات .

(٦) البرك والمستنقعات وغيرها من مجمعات المياه .

مادة ١١ — يجوز صرف المتخلفات السائلة من العقارات والمحال والمنشآت التجارية والصناعية وعمليات المجارى العامة فى مجارى المياه بعد الحصول على موافقة الجهات المحلية التى تمثل وزارات الصحة والأشغال والصناعة كل فيما يخصه وعلى هذه الجهات إخطار الجهة القائمة على أعمال المجارى بالرأى طبقا للقواعد المنظمة لذلك والتى يصدر بها قرار من وزير الإسكان والمرافق .

وعلى الجهة القائمة على أعمال المجارى إصدار الترخيص فى صرف المتخلفات السائلة فى مجارى المياه بعد التحقق من إمكان استيعاب هذه المجارى للمتخلفات السائلة ويجب أن تكون هذه المتخلفات فى حدود المعايير والمواصفات التى يقرها وزير الصحة ويصدر بها قرار من وزير الإسكان والمرافق .

مادة ١٢ — يجرى تحليل عينات من المتخلفات السائلة من المنشآت المرخص لها بالصرف فى مجارى المياه وذلك بصفة دورية فى المعامل والمواعيد التى يحددها وزير الصحة ويصدر بها قرار من وزير الإسكان والمرافق .

ولصاحب الشأن أن يعترض على نتيجة التحليل خلال شهر من تاريخ إخطاره بها وتحدد فى القرار المشار إليه إجراءات الفصل فى المعارضات ورسوم إعادة التحليل التى يؤديها المعترض وأحوال ردها إليه .

وإذا تبين من التحليل أن المتخلفات السائلة التى تصرف فى مجارى المياه مخالفة للمعايير والمواصفات المبينة فى الترخيص وجب على صاحب الشأن خلال ستة أشهر من تاريخ إخطاره بذلك أن يقوم بإيجاد وسيلة علاج لتصبح المتخلفات مطابقة للمواصفات والمعايير المشار إليها وأن يبدأ فعلا خلال هذه المدة فى تشغيل هذه الوسيلة وإلا جاز إلغاء الترخيص بقرار مسبب من الجهة القائمة على أعمال المجارى ويجوز مد المهلة المذكورة بقرار من هذه الجهة .

أما إذا تبين أن هناك خطرا على الصحة العامة أو على سلامة المنشآت العامة من صرف المتخلفات السائلة فى مجارى المياه وجب على صاحب الشأن إزالة مسببات الضرر خلال المدة التى تحددها له الجهة القائمة على أعمال المجارى وإلا جاز لها القيام بذلك على نفقته . على أنه فى حالة الخطر الداهم يجوز بقرار مسبب من ممثل وزارة الأشغال أو من ممثل وزارة الصحة بحسب الأحوال وقف صرف المتخلفات السائلة فى مجارى المياه بالطريق الإدارى .

كما أن للجهة المختصة بإصدار الترخيص فى حالة صرف المتخلفات السائلة فى مجارى مياه دون ترخيص أن توقف الصرف بالطريق الإدارى .

الباب الثالث
أحكام عامة

مادة ١٣ — لا يجوز إنشاء شبكة مجارى خاصة إلا بترخيص من الجهة القائمة على أعمال المجارى ويجب أن تتوافر فى هذه الشبكات والمتخلفات المنصرفة فيها الشروط والمواصفات الفنية التى يصدر بها قرار من وزير الإسكان والمرافق .

مادة ١٤ — لا يجوز صرف المتخلفات السائلة صرفا سطحيا إلا بترخيص من الجهة القائمة على أعمال المجارى، ويجب أن تتوافر فى طريقة الصرف الشروط والمواصفات والمعايير التى يحددها وزير الصحة ويصدر بها قرار من وزير الإسكان والمرافق .

مادة ١٥ — يصدر وزير الإسكان والمرافق بعد موافقة وزير الصحة قرار بالمواصفات القياسية لطرائق أخذ العينات وتحليلها وبالمواصفات والشروط التى يجب توافرها فى المتخلفات السائلة التى تستخدم فى الرى أو فى غير ذلك من الأغراض .

مادة ١٦ — لوزير الإسكان والمرافق بعد موافقة وزير الصحة أن يحدد

الوسائل الصحية الواجب إتباعها والمواصفات والاشتراطات الواجب توافرها فى التوصل إلى المجارى العامة أو مجارى المياه وكذا الاشتراطات والمواصفات الواجب توافرها فى الأجهزة والمواد والمهمات المستعملة فى تصريف المتخلفات السائلة وتنقيتها وتطهيرها .

مادة ١٧ — تحصل الرسوم والمصروفات التى تستحق تنفيذا لأحكام هذا القانون بطريق الحجز الإدارى، ويكون لهذه الرسوم والمصروفات حق إمتياز على العقارات المستحقة عنها وعلى إيجارها .

الباب الرابع
العقوبات وأحكام ختامية

مادة ١٨ — يعاقب على مخالفة أحكام المواد ٣ ، ٤ ، ١٣ ، ١٤ والقرارات المنفذة لها بغرامة لا تقل عن عشرة جنيهات ولا تزيد على خمسين جنيها .

ويعاقب على مخالفة أحكام المواد ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١١ ، ١٢ والقرارات المنفذة لها بالحبس مدة لا تزيد على ثلاثة أشهر وغرامة لا تقل عن خمسين جنيها ولا تزيد على مائة جنيه أو بإحدى هاتين العقوبتين ويعاقب على كل مخالفة أخرى لأحكام هذا القانون والقرارات المنفذة له بغرامة لا تقل عن خمسة وعشرين قرشا ولا تزيد على مائه قرش .

وفى حالة العود تضاعف العقوبة .

ويجب على المخالف إزالة الأعمال المخالفة أو تصحيحها فى الميعاد الذى تحدده الجهة القائمة على أعمال المجارى فإذا لم يقم المخالف بالإزالة أو التصحيح فى الميعاد المحدد جاز للجهة المذكورة إجراؤه بالطريق الإدارى وعلى نفقته أو إلغاء الترخيص أو إتخاذ الإجرائين معا .

مادة ١٩ — لوزير الإسكان والمرافق بقرار منه بعد أخذ موافقه وزيرى

الصحة والأشغال كل فيما يخصه إعفاء بعض البلاد أو الأحياء أو العقارات من بعض أحكام هذا القانون أو القرارات المنفذة له .

مادة ٢٠ — الجهه القائمة على أعمال المجارى هى الجهة الإدارية المختصة .

مادة ٢١ — تلغى القوانين رقم ٣٥ لسنه ١٩٤٦ ، ورقم ٩٦ لسنه ١٩٥٠ ، ورقم ١٩٦ لسنة ١٩٥٣ المشار إليه .

مادة ٢٢ — ينشر هذا القانون فى الجريدة الرسمية ، ويعمل به بعد شهر من تاريخ نشره وعلى وزير الإسكان والمرافق إصدار اللوائح والقرارات اللازمة لتنفيذه .

صدر برياسة الجمهورية فى ١٣ ذى الحجة سنة ١٣٨١ (١٧ مايو سنة ١٩٦٢)

(جمال عبد الناصر)

وزارة الإسكان والمرافق

قرار رقم ٦٤ لسنة ١٩٦٢!
باللائحة التنفيذية
للقانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ فى
شأن صرف المتخلفات السائلة

وزير الإسكان والمرافق

بعد الإطلاع على القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ فى شأن صرف المتخلفات السائلة .

وعلى موافقة وزير الصحة العمومية .

وعلى ما أرتآه مجلس الدولة .

قرر

الباب الأول

تقديم الطلبات

مادة ١ — (أ) تكون إدارة الإسكان والمرافق بالمدينة هى الجهة المحلية القائمة على أعمال المجارى العامة بالنسبة لما يقع من هذه المجارى فى دائرة اختصاصها الإدارى . وعلى الإدارة المذكورة تحديد الشوارع بالمناطق التى يمكن أن تستوعب شبكة المجارى كميات الصرف الخاصة بالعقارات الواقعة عليها والإعلان عن ذلك وأخطار ملاك تلك العقارات للتقدم بطلب التوصيل إلى المجارى خلال مدة شهرين من تاريخ الإعلان، كما تحدد هذه المدة بثلاثة شهور من تاريخ انتهاء المبنى أو المنشأة بالنسبة لما يستجد إنشاؤه مستقبلا فى كل من هذه المناطق .

وبانتهاء المدد المشار إليها تقوم إدارة الإسكان والمرافق بالمدينة بتطبيق أحكام القانون على المتخلف من الملاك .

(ب) يقدم الطلب من مالك العقار أو المنشأة المقرر صرف متخلفاتها أو من ينوب عنه إلى إدارة الإسكان والمرافق بالمدينة .

(حـ) يبين بالطلب اسم مالك العقار أو المنشأة وجنسيته ومحل إقامته ويرفق به المستندات الآتية :

١ — خريطة مساحية أو رسم لموقع العقار أو المنشأة لا يقل عن ١ : ٢٥٠٠ موضحا عليها موقع العقار أو المنشأة .

٢ — رسم يبين المسقط الأفقى للدور الأرضى من ثلاث صور بمقياس ١ : ٢٠٠ أو ١ : ١٠٠ أو ١ : ٥٠ مبينا عليه غرف التفتيش والجاليترابات ومدادات الأرضية والخزانات .

(د) تقوم الجهة المقدم إليها الطلب بالمعاينة والفحص كما تتولى الإتصال بالجهات المختصة لطلب رأيها طبقاً لأحكام القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ المشار إليه وذلك من ممثليها المحليين والذين عليهم إبداء الرأى فيما يخصه خلال مدة أسبوعين من تاريخ ورود طلب الرأى — وتقوم الجهة المقدم إليها الطلب بإخطار مقدمه بالإشتراطات والمواصفات اللازمة لصرف العقار أو المنشأة لتنفيذها طبقا لما يقضى به هذا القرار .

الباب الثانى

غرف التفتيش وغرف حجز المواد الغريبة

مادة ٢ : تقوم الجهة القائمة على أعمال المجارى بإنشاء غرف التفتيش عند حدود الملكية لتوصيلها إلى شبكة المجارى وذلك على نفقة المالك — ويجب

أن تكون هذه الغرف منفصلة عن حوائط المبانى وبالمناسيب والأبعاد اللازمة للصرف وتغطى بأغطية محكمة من الحديد الزهر أو الخرسانة المسلحة ذات الإطار من الحديد وتكون هذه الأغطية مجهزة بمقابض لتسهيل عملية رفعها ويجب أن تبيض غرف التفتيش بمونة الأسمنت وبمادة معتمدة تقاوم الأحماض والكيماويات بالنسبة للمنشآت التى توجد بمتخلفاتها السائلة مثل هذه المواد ،وذلك مع مراعاة الإعفاء المنصوص عليه بالمادة رقم ٤ من القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ المشار إليه .

مادة ٣ : فى حالة صرف متخلفات المحال الصناعية والجراجات لأكثر من أربع سيارات يجب أن تنشأ غرف لفصل المواد الغريبة (غير المرغوب فيها بالنسبة للمجارى العامة) لمنعها من دخول مواسير المجارى فإذا كانت هذه المواد صلبة كما هى الحال فى المدابغ والمطاحن والزرايب وما يماثلها فتنشأ لذلك غرف ترسيب وإذا كانت مواد زيتية أو دهنية كما هى الحال فى الجراجات وما يماثلها فتنشأ غرف لحجز الزيوت وإذا كانت مواد ملتهبة مثل المازوت فتنشأ غرف لحجز المازوت ، ويجب أن تتوافر فى هذه الغرف الإشتراطات التى تضعها الجهة القائمة على أعمال المجارى ، وتبيض هذه الغرف بمونة الأسمنت وبمادة تقاوم الأحماض أو غيرها من المواد التى تشتمل عليها متخلفات المصنع أو المنشأة ويخشى من تأثيرها على سلامة مبانى تلك الغرف وذلك لكل مصنع أو منشأة حسب حالتها .

الباب الثالث

المواد المضرة بالمجارى

مادة ٤ : إذا رأت الجهة القائمة على أعمال المجارى أن المواد المنصرفة من منشأة متلفة أو مضرة بالمجارى العامة فيكون لها الحق فى إلزام المالك أو الشاغل

للمنشأة بعلاج المواد المذكورة بتنقيتها قبل صرفها فى المجارى العامة وإلا منع من الصرف ، مع مراعاة ما تقضى به المادتان ٨ ، ٩ من القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ المشار إليه .

مادة ٥ : إذا رأت الجهة القائمة على أعمال المجارى أن منسوب الأعمال الصحية بالدور الأرضى أو البدروم المطلوب إيصالها إلى المجارى العامة لا يسمح بصرف المياه المتخلفة عنها بانحدار كاف يكون لها الحق فى إلزام المالك بإتخاذ الوسائل التى تقررها لضمان الصرف صرفا فعالا مأمونا وعلى نفقته .

مادة ٦ : فى حالة فقد أغطية غرف التفتيش أو حجز المواد الغريبة المنصوص عنها بالمواد ٢ ، ٣ تقوم الجهة القائمة على أعمال المجارى بتركيب بدلها فورا على حساب المالك وذلك بعد أخطاره وتحصل النفقات بطريق الحجز الإدارى وذلك لأحكام القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ المشار إليه .

الباب الرابع

إمتدادات المجارى والتوصيل عليها وتكاليف التوصيل

مادة ٧ : تقوم الجهة القائمة على أعمال المجارى أولا بأول بالإعلان بطريق النشر عن المناطق التى تم بها مد مواسير المجارى العامة وبمطالبة أصحاب العقارات الواقعة فى هذه المناطق بالتقدم بطلب توصيلها طبقا لأحكام القانون والقرارات المنفذة له بعد التحقق من امكان استيعابها للمتخلفات المطلوب صرفها مع مراعاة ما يلى : —

(ا) العقارات الواقعة على بعد ٣٠ مترا أو أقل من أقرب ماسورة مجارى فللجهة القائمة على أعمال المجارى القيام بتوصيلها على نفقة المالك بعد شهرين من مطالبته بذلك .

(ب) العقارات الواقعة على بعد أكثر من ٣٠ مترا من أقرب ماسورة مجارى ولكن هذه الماسورة تمر أمام واجهاتها كما هو الحال فى الميادين والشوارع الواسعة توصل على أن يحصل من المالك مالا يزيد عن تكاليف ٣٠ مترا من تكاليف الوصلة الخاصة به وتتحمل الجهة القائمة على أعمال المجارى باقى التكاليف .

(جـ) تقوم الجهة القائمة على أعمال المجارى بمد المجارى على نفقتها فى الشوارع العامة والخاصة حسبما تسمح به ميزانيتها .

(د) تقوم الجهة القائمة على أعمال المجارى على نفقتها بتوصيل العقارات التى لا تزيد قيمتها الايجارية المقدرة عن خمسة جنيهات شهرياً كما تتحمل نصف نفقات التوصيل للعقارات التى يزيد إيجارها الشهرى عن ذلك ويقل عن عشرة جنيهات شهرياً ، ويكون توصيل هذه المبانى المعفاة وفقا للبرنامج الذى يعتمده مجلس المدينة وتكون الألوية فى التوصيل للعقارات التى تطفح خزاناتها بصفة مستمرة والعقارات التى تقع فى شوارع مرصوفة ثم المزمع رصفها وفى حدود ما تسمح به ميزانية المجلس .

مادة ٨ : التوصيلات والمجارى العامة التى نصت عليها المادتان ٤ ، ٦ من القانون هى الآتية :

١ — غرف التفتيش النهائية سواء كانت خارج أو داخل العقار والتى تعتبر جزءا أصليا من التوصيلة اللازمة لإيصال العقار إلى شبكة المجارى العامة .

٢ — الوصلات الممتدة من غرف التفتيش النهائية إلى المجارى العامة أو المنشأة سواء كانت على حساب المالك أو الجهة القائمة على أعمال المجارى .

٣ — مواسير المجارى سواء كانت فى شارع عام أو خاص وسواء نفذت على حساب المالك أو الجهة القائمة على أعمال المجارى .

٤ — جميع أجزاء شبكة المجارى وملحقاتها .

مادة ٩ : فيما عدا العقارات التى لا يزيد إيجارها الشهرى عن خمسة جنيهات والمعفاة بحكم القانون تحصل تكاليف التوصيلات الخصوصية لغرفة التفتيش النهائية للعقار أو المنشأة وتوصيلها حتى شبكة المجارى العامة من مالك العقار أو المنشأة دفعة واحدة أو على أقساط شهرية مدتها ١٢ شهراً متى سمحت ميزانية المجلس بذلك على أن يتم التوصيل بعد سداد القسط الأول واستيفاء العقار أو المنشأة للشروط والأحكام الواردة بالقانون والقرارات المنفذة له .

الباب الخامس

أحكام عامة

مادة ١٠ : المحال التى تسرى عليها أحكام المادة ٧ من القانون هى :

١ — محال غسيل القمح والحبوب المختلفة - محلات تقطير الخمور - محلات البوظة - معامل المكرونة - ورش البلاط - مصانع الصابون - معاصر الزيوت المجازر - مدابغ الجلود - المصابغ - ورش الطلاء - مصانع الأدوية والكيماويات مصانع الغزل والنسيج - مصانع بسترة الألبان - الحديد والصلب - المصانع المستخدمة للمواد المشعة .

٢ — يجوز لمجالس المحافظات التى بها عمليات مجارى أن تستصدر قرارات وزارية بالمصانع والمحال التى ترى إضافتها على ما ورد بالفقرة السابقة .

مادة ١١ : ١ — تحدد المعايير بالنسبة للمتخلفات السائلة التى تصرف إلى المجارى العامة أو مجارى المياه أو الرى فى الأراضى الزراعية وكذلك طرائق أخذ العينات ومواعيدها ورسوم إعادة التحليل وفقا للقواعد التى أقرها وزير الصحة العمومية .

٢ — يختص مجلس المدينة باعتماد الترخيص للعقار أو المنشأة التي تقع في دائرة اختصاصه بصرف المتخلفات السائلة بتلك المنشأة إلى مجاري المياه المنصوص عنها في المادة رقم ٩ من القانون وطبقا لما جاء بالمادة رقم ١٠ من القانون المشار إليه .

الباب السادس

أولا : المعايير والموصفات الواجب توافرها في المتخلفات السائلة التي يرخص بصرفها في المجاري العامة .

يجب أن تتوافر في المتخلفات السائلة التي تصرف من المحال العمومية أو التجارية أو الصناعية في المجاري العامة الشروط والمعايير الآتية :

١ — ألا تزيد درجة الحرارة عن ٤٠ درجة مئوية .

٢ — ألا يقل الرقم الايدروجيني عن ٦ ولا يزيد عن ١٠ .

٣ — ألا تزيد المواد الراسبة عن ٥ سم^3 في اللتر في ١٠ دقائق ولا تزيد عن ١٠ سم في ٣٠ دقيقة .

٤ — ألا يزيد كبريتور الايدروجين (مقدرا على هيئة كب) عن ١ ملليجرام / اللتر .

٥ — ألا تزيد الزيوت والشحوم والمواد الراتنجية عن ١٠٠ ملليجرام/اللتر .

٦ — ألا تحتوي على مواد سامة بكميات ضارة بحياة الأسماك أو الكائنات الحية .

٧ — ألا تحتوي على مواد ينتج عنها تصاعد غازات قابلة للإنفجار أو التي درجة اشتعالها ٨٥° مئوية أو أقل .

ثانيا — المعايير والمواصفات الواجب توافرها فى المتخلفات السائلة التى يرخص بصرفها فى مجارى المياه :

١ — تقسم مجارى المياه إلى ثلاثة أقسام :

القسم الأول : ويشتمل على مجارى المياه المشار إليها بالبنود من ١ إلى ٣ من المادة رقم ١٠ من القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ فى شأن صرف المتخلفات السائلة .

ويطلق على مجارى المياه من هذا القسم (نهر النيل وفروعه) .

القسم الثانى : ويشتمل على مجارى المياه المشار إليها بالبنود من ٤ ، ٦ من المادة رقم ١٠ من القانون المشار إليه ويطلق على مجارى المياه من هذا القسم (المصارف) .

القسم الثالث : ويشتمل على البحار والبحيرات .

٢ — تقسم المتخلفات السائلة إلى فئتين :

الفئة الأولى : وتشمل المتخلفات السائلة للمحال العمومية والتجارية والصناعية ويطبق على هذه الفئة المعايير الخاصة بالمتخلفات الصناعية .

الفئة الثانية : وتشمل المتخلفات السائلة لعمليات المجارى ويطبق على هذه الفئة المعايير الخاصة بمياه المجارى .

وفى حالة صرف مياه من الفئتين معا يطبق عليها معايير الفئة الثانية للمواد العالقة والأكسجين الحيوى والأكسجين الكيماوى الممتص وباقى معايير المتخلفات الصناعية بالبند (٤) .

٣ — صرف المتخلفات السائلة فى النيل وفروعه :ـ

أولا : المتخلفات الصناعية : —

لايجوز صرف المتخلفات الصناعية فى النيل وفروعه الا إذا كانت مطابقة للمعايير الآتية :

(ا) لايزيد الاكسجين الحيوى عن ٢٠ جزء فى المليون .

(ب) لايزيد الاكسجين الكيماوى الممتص عن ١٥ جزء فى المليون .

(ﺟ) لاتزيد المواد العالقة عن ٣٠ جزء فى المليون .

(د) ألا يقل الرقم الايدروجينى عن ٦ ولا يزيد عن ٩ .

(ﻫ) ألا تزيد الكبريتيدات (مقدرة على أساس كب) عن ١ واحد جزء فى المليون .

(و) ألا تزيد السيانيدات عن ١ر٠ جزء فى المليون .

(ز) ألا تزيد الزيوت والشحوم عن ١ جزء فى المليون .

(ح) ألا تزيد درجة الحرارة عن ٣٥° مئوية .

(ط) يجب ألا تحتوى على أية مادة أخرى تضر بحياة الاسماك أو الكائنات الحية الأخرى التى تعيش فى مجارى المياه الطبيعية أو على صلاحية المياه للشرب أو الأغراض المنزلية .

ثانيا : مياه المجارى :

لا يجوز صرف مياه المجارى فى النيل أو فروعه بأى حال من الأحوال .

صرف المتخلفات السائلة فى المصارف :

أولا : المتخلفات الصناعية :

لا يجوز صرف المتخلفات الصناعية إلا بعد مطابقتها للمعايير الآتيه :-

(ا) ألا يزيد الأكسوجين الحيوى عن ٦٠ جزء فى المليون .

(ب) ألايزيد الأكسوجين الكيماوى الممتص عن ٤٠ جزء فى المليون .

(ﺣ) ألا تزيد المواد العالقة عن ٨٠ جزء فى المليون .

(د) ألا يقل الرقم الأيدروجينى عن ٧ ولا يزيد عن ٩ .

(ﻫ) ألا تزيد الكبريتدات (مقدرا على أساس كب) عن ١ جزء فى المليون

(و) ألا تزيد السيانيدات عن ١ر٠ جزء فى المليون .

(ز) ألا تزيد الزيوت والشحوم عن ١٠ جزء فى المليون .

(ح) ألا تزيد الفينول عن ١ر٠ جزء فى المليون .

(ط) ألا يزيد الكلور عن ١ جزء فى المليون .

(ى) ألا تزيد عناصر الكروم والزرنيخ والفضة والنحاس والزئبق والكادميوم والباريوم والسيلينيو والرصاص والنيكل منفردة أو مجتمعة عن ١ جزء فى المليون .

(ك) ألا تزيد المواد الذائبة عن ٥٠٠٠ جزء فى المليون .

(ل) ألا تزيد درجة الحرارة عن ٣٥° مئوية .

(م) ألا تزيد المواد الملونة (مقدرة على أساس الشفافية بعد الترسيب لمدة ساعة) عن ١٠ سم .

(ن) ألا تحتوى على مبيدات حشرية أو مواد مشعة .

ثانيا : مياه المجارى :

لا يجوز صرف هذه المياه إلا إذا توافرت فيها الشروط والمعايير الآتية :

(ا) ألا يزيد الأكسوجين الحيوى عن ٤٠ جزء فى المليون .

(ب) ألا يزيد الأكسوجين الكيماوى الممتص عن ٣٠ جزء فى المليون .

(ح) ألا تزيد المواد العالقة عن ٥٠ جزء فى المليون .

كما أنه يجب معالجة هذه المياه قبل الصرف بالكلور لتطهيرها بحيث لا يقل الكلور المتبقى بها بعد ٢٠ دقيقة من الإضافة عن ٥ر٠ جزء فى المليون .

٥ — الصرف في البحار والبحيرات :

يجوز صرف المتخلفات السائلة أياكان نوعها فى البحار أو البحيرات بشرط ألا تؤثر تأثيراً ضاراً بشواطىء الاستحمام أو بالمنشآت البحرية أو بمنابت المحار أو الاسفنج أو الأسماك أو الكائنات التى تعيش بتلك البيئة الطبيعية .

٦ — مياه التبريد :

لا يجوز الترخيص بصرف مياه تبريد الماكينات فى مجارى المياه إلا إذا كانت المياه مأخوذة من نفس المجرى الذى يصب فيه أو مصدر مماثل على الأقل وبشرط أن تكون دائرة التبريد مقفلة ولا تختلط بمتخلفات أى عملية من العمليات الصناعية أو خلافها وفى هذه الحالة لا يشترط مطابقتها للمواصفات والمعايير المذكورة بالبنود ٣ ، ٤ إلا فيما يتعلق بدرجة الحرارة ومعايير الزيوت والشحوم .

ثالثا : المعايير والمواصفات الواجب توافرها فى المتخلفات السائلة التى يرخص بصرفها للرى السطحى — أو لرى الأراضى الزراعية .

١ — تقسم المتخلفات السائلة إلى ثلاث فئات :

الفئة الأولى : وتشمل المتخلفات السائلة لعمليات المجارى العامة التى تخضع مباشرة للجهات الحكومية المركزية أو المحلية أو المؤسسات العامة التى تملكها الحكومة — ويطبق على هذه الفئة الاشتراطات والمعايير المبينة بالبندين (٣) ، (٤) .

الفئة الثانية : وتشمل المتخلفات السائلة لعمليات المجارى الخاصة وهى مماثلة لمياه الفئة الأولى إلا أنها غير مملوكة للجهات الحكومية المركزية أو المحلية أو المؤسسات العامة ويطبق عليها الاشتراطات والمعايير المبينة بالبند ٥ .

الفئة الثالثة : وتشمل المتخلفات الصناعية ويطبق على هذه الفئة الاشتراطات والمعايير المبينة بالبندين (٣) ، (٤) .

٢ — تقسيم الأراضى إلى نوعين :

النوع الأول: رملية .
النوع الثانى : طينية .

٣ — لا يجوز التخلص من مياه المجارى العامة أو المتخلفات الصناعية بالصرف على الأراضى الرملية إلا إذا كانت مستوفاة المعايير والاشتراطات الآتية :—

(ا) لا تزيد المواد الراسبة فى ساعة عن ١ (واحد) سم٣ فى اللتر (بالحجم)
(ب) لا تزيد الزيوت والشحوم والمواد الراتنجية عن ٢٠ جزء فى المليون
(حـ) لا تزيد الكبيريتيدات (مقدرة على أساس كب) عن ٥ جزء فى المليون

ويسمح بالتجاوز إلى ١٠ جزء فى المليون إذا كانت بعيدة عن العمران بأكثر من ٣ كيلو مترات .

(ء) أن يتم تسرب المياه بالسرعة التى لا ينجم عنها أى تجمعات مائية .

٤ — لا يجوز التخلص من مياه المجارى العامة أو المتخلفات الصناعية بالصرف على الأراضى الطينية إلا إذا كانت مستوفاة للمعايير والاشتراطات الآتية :—

(ا) ألا يقل الرقم الأيدروجينى عن ٦ ولا يزيد عن ٩ .
(ب) لا يزيد الأكسوجين الحيوى عن ٨٠ جزء فى المليون .
(حـ) لا يزيد الأكسوجين الكيماوى الممتص عن ٥٠ جزء فى المليون .
(ء) لا تزيد المواد العالقة عن ٨٠ جزء فى المليون .
(هـ) لا تزيد الكبريتيدات (مقدرة على أساس كب) عن ١ر٠ جزء فى المليون
(و) لا تزيد الزيوت والشحوم والمواد الراتنجية عن ٥ جزء فى المليون .

(ز) لا تزيد الأملاح الذائبة عن ٢٠٠٠ جزء فى المليون .

(ح) لا تزيد السيانيدات عن ١ر٠ جزء فى المليون .

(ط) أن يتم تسرب المياه بالسرعة التى لا ينجم عنها أى تجمعات مائية .

٥ — لا يجوز التخلص من مياه المجارى الخاصة بطريقة الصرف السطحى أو لرى الأراضى إلا بعد الحصول على تصريح من الجهة الصحية المختصة على أن تكون هـذه المياه مطابقة للاشتراطات والمعايير الخاصة بصرف مياه المجارى فى المصارف .

ويجوز فى هذه الحالة التجاوز عن شرط المعالجة بالكلور .

٦ — تحظر زراعة الخضروات أو الفاكهة أو النباتات التى تؤكل نيئة فى المزارع التى تروى بمياه المجارى كما لا يجوز تربية الحيوانات أو المواشى المدرة للبن على هذه المزارع .

الباب السابع

طريقة ومواعيد أخذ عينات من المتخلفات السائلة والمعامل التى يجرى بها التحليل

١ — حجم العينة :

يجب ألا تقل حجم العينة عن لترين .

٢ — الأوعية :

تؤخذ العينات فى زجاجات ذات غطاء زجاجى مصنفر محكم الغلق .

٣ — غسل الأوعية :

يجب تنظيف الوعاء بما فيه الغطاء تنظيفا جيدا قبل استعماله ، كما يجب غسله داخل الوعاء بمادة العينة مرارا قبل الملء .

وفى حالة أخذ عينات من متخلفات سائلة عولجت بالكلور تستعمل أوعية معقمة .

٤ — حفظ العينة :

يجرى التحليل بعـــد أخذ العينة مباشرة فإذا تعذر ذلك وتأخر إجراء الاختبارات المقررة لمدة أكثر من ثلاث ساعات فيلزم حفظ العينة داخل صندوق ثلاجة مع إحاطة الوعاء بطبقة من الثلج على أن تصل العينة إلى المعمل وبها بقية من الثلج .

٥ — طريقة أخذ العينة :

يجب أن تؤخذ العينة بحيث تكون ممثلة لطبيعة المياه على قدر المستطاع ومن مكان مناسب فى نهاية عملية التنقية أو بمكان الاتصال النهائى لمتخلفات المحل أو المصنع أو عملية التنقية بالمكان الذى تصرف عليه (شبكة المجارى العامة أو مجرى مياه عام أو أرض زراعية . . . الخ) وإذا كان هناك أكثر من مخرج لمتخلفات المحل الواحد فيجب أخذ عينة منفصلة لكل منهما على حدة — ويجب ملء الوعاء ملئا تاما مع إحكام وضع السدادة حال الانتهاء من أخذ العينة — ويجب ألا يسمح ببقاء أى فقاعة غازية أو أى جزء غير مملوء ما بين سطح الماء داخل الوعاء وبين السدادة على أن يراعى عند أخذ العينة وضع فوهة الوعاء بعكس إتجاه تيار الماء — ولا تؤخذ العينة من السطح ولا من القاع .

وبعد الانتهاء من ملء الوعاء يجب تغليف الفوهة بالشاش وختمها بالشمع الأحمر أو أى مادة أخرى تقوم مقامه ويختم بخاتم المكلف بأخذ العينة .

٦ — مواعيد أخذ العينات الدورية :

يجب أخذ عينات دورية من المتخلفات السائلة للمنشآت المرخص لها مرتين سنويا على الأقل .

ويجب إخطار صاحب الشأن بنتيجة التحليل خلال شهر من تاريخ أخذها على الأكثر .

٧ — البيانات :

يجب على المكلف بأخذ العينة أن يملأ بخط واضح وبمنتهى الدقة النموذج رقم (١) المرفق — وأن يقوم بإرساله فورا مع العينة .

٨ — المعامل التي يجرى بها التحليل :

ترسل العينات إلى قسم المياه بالإدارة العامة للمعامل بوزارة الصحة للتحليل.

نموذج رقم (١)

يرسل مع عينة من المتخلفات السائلة

(١) مكان أخذ العينة ... ...

(٢) تاريخ أخذ العينة ... ...

(٣) ساعة أخذ العينة ... ...

(٤) درجة حرارة المياه وقت أخذ العينة ... ...

(٥) اسم وظيفة آخذ العينة ... ...

(٦) وصف عام للعينة أو أى بيانات تفيد التحليل ... ...

... ...

... ...

(٧) بصمة الختم الموجود على العينة ... ...

(٨) إمضاءات

مادة ١٢ — يعمل بهذا القرار من تاريخ العمل بالقانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ فى شأن صرف المتخلفات السائلة .

وزير الإسكان والمرافق

(أحمد محرم أحمد)

(إمضاء)

جداول لفاقد الضغط نتيجة الاحتكاك

المعامل المستخدم لمواسير الزهر الجديدة = ٠٫٠٠١

المعامل المستخدم لمواسير الزهر المستعملة = ٠٫٠٠٢

درجة حرارة المياه = صفر سنتجراد

متوسط السرعة م/ث	قطر الماسورة ر١٠ متر — قطاعها = ر٠٠٧٨٥٤ م^2			قطر الماسورة ر١٢٥ متر — قطاعها = ر٠١٢٢٧٢ م^2			قطر الماسورة ر١٥٠ متر — قطاعها = ر٠١٧٦٧٢٥ م^2		
	فاقد الضغط للمتر الطولى		النصرف لتر/ثانية	فاقد الضغط للمتر الطولى		النصرف لتر/ثانية	فاقد الضغط للمتر الطولى		النصرف لتر/ثانية
	ماسورة جديدة	ماسورة مستعملة		ماسورة جديدة	ماسورة مستعملة		ماسورة جديدة	ماسورة مستعملة	
ر١٠	ر٠٠٠١٩١	—	ر٧٨٥٤	ر٠٠٠١٤٤	ر٠٠٠٢٠٧	١ر٢٢٧٢	ر٠٠٠١١٤	ر٠٠٠١٦٣	١ر٧٦٧١
ر٢٠	ر٠٠٠٦٤٣	ر٠٠١٠٥٤	١ر٥٧٠٨	ر٠٠٠٤٨٦	ر٠٠٠٧٨٣	٢ر٤٥٤٤	ر٠٠٠٣٨٧	ر٠٠٠٦١٢	٣ر٥٣٤٣
ر٣٠	ر٠٠١٣٣٥	ر٠٠٢٣١٢	٢ر٣٥٦٢	ر٠٠١٠٠٩	ر٠٠١٧١٢	٣ر٦٨١٦	ر٠٠٠٨٠١	ر٠٠١٣٣٦	٥ر٣٠١٤
ر٤٠	ر٠٠٢٢٤٨	ر٠٠٤٠٦٠	٣ر١٤١٦	ر٠٠١٧٠١	ر٠٠٣٠٠٤	٤ر٩٠٨٨	ر٠٠١٣٥١	ر٠٠٢٣٤٧	٧ر٠٦٨٦
ر٥٠	ر٠٠٣٣٧٠	ر٠٠٦٢٨١	٣ر٩٢٧٠	ر٠٠٢٥٤٨	ر٠٠٤٦٥٦	٦ر١٣٦٠	ر٠٠٢٠٣١	ر٠٠٣٦٢٢	٨ر٨٣٥٧
ر٦٠	ر٠٠٤٧٠٧	ر٠٠٩٠٠٦	٤ر٧١٢٤	ر٠٠٣٥٦٠	ر٠٠٦٥٦٨	٧ر٣٦٣٢	ر٠٠٢٨٤٢	ر٠٠٥١٨٧	١٠ر٦٠٢٩
ر٧٠	ر٠٠٦٢٤٥	ر٠١٢٢١٥	٥ر٤٩٧٨	ر٠٠٤٧٢٦	ر٠٠٩٠٣٧	٨ر٥٩٠٤	ر٠٠٣٧٧٧	ر٠٠٧٠٢٨	١٢ر٣٧٠٠

٠ر٨٠	٠ر٠٠٧٩٨٥	٠ر٠١٥٩١١	٦ر١٨٣٠	٠ر٠٠٦٠٥٩	٠ر٠١١٧٦٩	٩ر٨١٧٦	٠ر٠٠٤٨٣٤	٠ر٠٠٩١٥٥	١٤ر١٣٧٢
٠ر٩٠	٠ر٠٠٩٩٣٠	٠ر٠٢٠١٠٨	٧ر٠٦٨٦	٠ر٠٠٧٥٣١	٠ر٠١٤٨٧٨	١١ر٠٤٤٨	٠ر٠٠٦٠١٧	٠ر٠١١٥٧٢	١٥ر٩٠٤٣
١ر٠٠	٠ر٠١٢٠٨٠	٠ر٠٢٤٨٢٢	٧ر٨٥٤٠	٠ر٠٠٩١٦٦	٠ر٠١٨٣٤٩	١٢ر٢٧٢٠	٠ر٠٠٧٣١٦	٠ر٠١٤٢٦٨	١٧ر٦٧١٥
١ر١٠	٠ر٠١٤٤٣١	٠ر٠٣٠٠٣٣	٨ر٦٣٧٤	٠ر٠١٠٩٦٢	٠ر٠٢٢٢٠١	١٣ر٤٩٩٢	٠ر٠٠٨٧٣٢	٠ر٠١٧٢٤٧	١٩ر٤٣٨٦
١ر٢٠	٠ر٠١٦٩٥٥	٠ر٠٣٥٧٤٦	٩ر٤٢٤٨	٠ر٠١٢٠٩١	٠ر٠٢٦٤٢٤	١٤ر٧٢٦٤	٠ر٠١٠٢٧١	٠ر٠٢٠٥٢٧	٢١ر٢٠٥٨
١ر٣٠	٠ر٠١٩٦٩٢	٠ر٠٤١٩٥٠	١٠ر٢١٠٢	٠ر٠١٤٩٨٨	٠ر٠٣١٠١٠	١٥ر٩٥٣٦	٠ر٠١١٩٢٣	٠ر٠٢٤٠٩١	٢٢ر٩٧٢٩
١ر٤٠	٠ر٠٢٢٦٣٧	٠ر٠٤٨٦٥١	١٠ر٩٩٥٦	٠ر٠١٧٢٣١	٠ر٠٣٥٩٦٤	١٧ر١٨٠٨	٠ر٠١٣٧٢٦	٠ر٠٢٧٩٣٩	٢٤ر٧٤٠١
١ر٥٠	٠ر٠٢٥٨٠٣	٠ر٠٥٥٨٤٩	١١ر٧٨١٠	٠ر٠١٩٦١٥	٠ر٠٤١٢٨٥	١٨ر٤٠٨٠	٠ر٠١٥٦٤٢	٠ر٠٣٢٠٧٢	٢٦ر٥٠٧٢

متوسط السرعة م/ث	قطر الماسورة ٠ر٢٠٠ متر قطاعها = ٠ر٠٣١٤١٦ م²			قطر الماسورة ٠ر٣٠٠ متر قطاعها = ٠ر٠٧٠٦٨٦ م²			قطر الماسورة ٠ر٤٠٠ متر قطاعها = ٠ر١٢٥٦٦٤ م²		
	فاقد الضغط للمتر الطولى		التصرف لتر/ثانية	فاقد الضغط للمتر الطولى		التصرف لتر/ثانية	فاقد الضغط للمتر الطولى		التصرف لتر/ثانية
	ماسورة جديدة	ماسورة مستعملة		ماسورة جديدة	ماسورة مستعملة		ماسورة جديدة	ماسورة مستعملة	
ر١٠	ر٠٠٠٠٧٩	ر٠٠٠١١٠	٣ر١٤١٦	ر٠٠٠٠٤٨	ر٠٠٠٠٦٤	٧ر٠٦٨٦	ر٠٠٠٠٢٣	ر٠٠٠٠٤٤	١٢ر٥٦٦٤
ر٢٠	ر٠٠٠٢٧٠	ر٠٠٠٤١٣	٦ر٢٨٣٢	ر٠٠٠١٦٣	ر٠٠٠٢٤١	١٤ر١٣٧٢	ر٠٠٠١١٥	ر٠٠٠١٦٤	٢٥ر١٣٢٨
ر٣٠	ر٠٠٠٥٥٧	ر٠٠٠٩٠٣	٩ر٤٢٤٨	ر٠٠٠٣٣٩	ر٠٠٠٥٢٧	٢١ر٢٠٥٨	ر٠٠٠٢٣٩	ر٠٠٠٣٦٠	٣٧ر٦٩٩٢
ر٤٠	ر٠٠٠٩٤٠	ر٠٠١٥٨١	١٢ر٥٦٦٤	ر٠٠٠٥٧٤	ر٠٠٠٩٢٥	٢٨ر٢٧٤٤	ر٠٠٠٤٠٦	ر٠٠٠٦٣١	٥٠ر٢٦٥٦
ر٥٠	ر٠٠١٤٢١	ر٠٠٢٤٤٥	١٥ر٧٠٨٠	ر٠٠٠٨٦٤	ر٠٠١٤٣١	٣٥ر٣٤٣٠	ر٠٠٠٦١٥	ر٠٠٠٩٧٨	٦٢ر٨٣٢٠
ر٦٠	ر٠٠١٩٨٦	ر٠٠٣٤٩١	١٨ر٨٤٩٦	ر٠٠١٢١٥	ر٠٠٢٠٤٦	٤٢ر٤١١٦	ر٠٠٠٨٥٨	ر٠٠١٤٠٠	٧٥ر٣٩٨٤
ر٧٠	ر٠٠٢٦٤٢	ر٠٠٤٧٣٤	٢١ر٩٩١٢	ر٠٠١٦٢٢	ر٠٠٢٧٦٩	٤٩ر٤٨٠٢	ر٠٠١١٤٦	ر٠٠١٨٩٩	٨٧ر٩٦٤٨

ر٨٠	ر٠٠٣٣٧٦	ر٠٠٦١٨١	٢٥ر١٣٢٨	ر٠٠٢٠٧٩	ر٠٠٢٦٠٣	٥٦ر٥٤٨٨	ر٠٠١٤٧٢	ر٠٠٢٤٧٣	١٠٠ر٥٣١٢
ر٩٠	ر٠٠٤٣١٢	ر٠٠٧٨٢٤	٢٨ر٢٧٤٤	ر٠٠٢٥٨٨	ر٠٠٤٥٥٦	٦٣ر٥١٧٤	ر٠٠١٨٣٢	ر٠٠٣١٢٨	١١٣ر٠٩٧٦
١ر٠٠	ر٠٠٥١٢٢	ر٠٠٩٦٥٩	٣١ر٤١٦٠	ر٠٠٣١٥٧	ر٠٠٥٦٢٤	٧٠ر٦٨٦٠	ر٠٠٢٢٣٣	ر٠٠٣٨٦١	١٢٥ر٦٦٤٠
١ر١٠	ر٠٠٦١٣٩	ر٠١١٦٨٦	٣٤ر٥٥٧٦	ر٠٠٣٧٧٨	ر٠٠٦٨٠٤	٧٧ر٧٥٤٦	ر٠٠٢٦٧٢	ر٠٠٤٦٧٢	١٣٨ر٢٣٠٤
١ر٢٠	ر٠٠٧٢٤١	ر٠١٣٩٠٩	٣٧ر٦٩٩٢	ر٠٠٤٤٥٣	ر٠٠٨٠٩٩	٨٤ر٨٣٣٢	ر٠٠٣١٤٧	ر٠٠٥٥٦٠	١٥٠ر٧٩٦٨
١ر٣٠	ر٠٠٨٤٢٤	ر٠١٦٣٢٤	٤٠ر٨٤٠٨	ر٠٠٥١٧٧	ر٠٠٩٥٠٤	٩١ر٨٩١٨	ر٠٠٣٦٥٩	ر٠٠٦٥٢٥	١٦٣ر٣٦٢٢
١ر٤٠	ر٠٠٩٦٩٥	ر٠١٨٩٣١	٤٣ر٩٨٢٤	ر٠٠٥٩٥٧	ر٠١١٠٢٢	٩٨ر٩٦٠٤	ر٠٠٤٢٠٨	ر٠٠٧٥٦٧	١٧٥ر٩٢٩٦
١ر٥٠	ر٠١١٠٤٩	ر٠٢١٧٣٧	٤٧ر١٢٤٠	ر٠٠٦٧٨٥	ر٠١٢٦٥٣	١٠٢ر٠٢٩٠	ر٠٠٤٧٩٦	ر٠٠٨٦٨٧	١٨٨ر٤٩٦٠

متوسط السرعة م/ث	قطر الماسورة ٥٠٠ر٠ متر قطاعها = ١٩٦٣٥ر٠ م٢			قطر الماسورة ٦٠٠ر٠ متر قطاعها = ٢٨٢٧٤٤ر٠ م٢			قطر الماسورة ٧٠٠ر٠ متر قطاعها = ٣٠٨٤٦٤٦ر٠/م٢		
	فاقد الضغط للمتر الطولى		التصرف لتر/ثانية	فاقد الضغط للمتر الطولى		التصرف لتر/ثانية	فاقد الضغط للمتر الطولى		التصرف لتر/ثانية
	ماسورة جديدة	ماسورة مستعملة		ماسورة جديدة	ماسورة مستعملة		ماسورة جديدة	ماسورة مستعملة	
ر١٠	ر٠٠٠٠٢٥	ر٠٠٠٠٣٣	١٩ر٦٣٥٠	ر٠٠٠٠٢٠	ر٠٠٠٠٢٦	٢٨ر٢٧٤٤	ر٠٠٠٠١٧	ر٠٠٠٠٢٢	٣٨ر٤٨٤٦
ر٢٠	ر٠٠٠٠٨٨	ر٠٠٠١٢٣	٣٩ر٢٧٠٠	ر٠٠٠٠٦٨	ر٠٠٠٠٩٥	٥٦ر٥٤٨٨	ر٠٠٠٠٥٧	ر٠٠٠٠٨٠	٧٦ر٩٦٩٢
ر٣٠	ر٠٠٠١٨٢	ر٠٠٠٢٧٠	٥٨ر٩٠٥٦	ر٠٠٠١٤٦	ر٠٠٠٢١٢	٨٤ر٨٢٣٢	ر٠٠٠١٢١	ر٠٠٠١٧٥	١١٥ر٤٥٣٨
ر٤٠	ر٠٠٠٣١٠	ر٠٠٠٤٧٤	٧٨ر٥٤٠٠	ر٠٠٠٢٤٧	ر٠٠٠٢٧٢	١١٣ر٠٩٧٦	ر٠٠٠٢٠٥	ر٠٠٠٣٠٨	١٥٣ر٩٣٨٤
ر٥٠	ر٠٠٠٤٦٩	ر٠٠٠٧٣٥	٩٨ر١٧٥٠	ر٠٠٠٣٧٢	ر٠٠٠٥٧٧	١٤١ر٣٧٢٠	ر٠٠٠٣٠٩	ر٠٠٠٤٧٣	١٩٢ر٤٢٣٠
ر٦٠	ر٠٠٠٦٥٨	ر٠٠١٠٥٣	١١٧ر٨١٠٠	ر٠٠٠٥٢١	ر٠٠٠٨٢٧	١٦٩ر٦٤٦٤	ر٠٠٠٤٣٣	ر٠٠٠٦٧٩	٢٣٠ر٩٠٧٦
ر٧٠	ر٠٠٠٨٧٥	ر٠٠١٤٢٧	١٣٧ر٤٤٥٠	ر٠٠٠٦٩٥	ر٠٠١١٢٢	١٩٧ر٩٢٠٨	ر٠٠٠٥٧٦	ر٠٠٠٩٢١	٢٦٩ر٣٩٢٢

ر٨٠	ر٠٠١١٢٣	ر٠٠١٨٥٦	١٥٧ر٠٨٠٠	ر٠٠٠٨٩٠	ر٠٠١٤٦٣	٢٢٦ر١٩٥٢	ر٠٠٠٧٣٨	ر٠٠١٢٠٢	٣٠٧ر٨٧٦٨
ر٩٠	ر٠٠١٤٠٠	ر٠٠٢٣٤٣	١٧٦ر٧١٥٠	ر٠٠١١٠٧	ر٠٠١٨٤٩	٢٥٤ر٤٦٩٦	ر٠٠٠٩١٧	ر٠٠١٥٢١	٣٤٦ر٣٦١٤
١ر٠٠	ر٠٠١٧٠٤	ر٠٠٢٨٨٥	١٩٦ر٣٥٠٠	ر٠٠١٣٤١	ر٠٠٢٢٧٩	٢٨٢ر٧٤٤٠	ر٠٠١١١٧	ر٠٠١٨٨٠	٣٨٤ر٨٤٦٠
١ر١٠	ر٠٠٢٠٤٠	ر٠٠٣٤٩١	٢١٥ر٩٨٥٠	ر٠٠١٦٠٩	ر٠٠٢٧٥٨	٣١١ر٠١٨٤	ر٠٠١٢٣٨	ر٠٠٢٢٧٢	٤٢٣ر٣٣٠٦
١ر٢٠	ر٠٠٢٤٠٥	ر٠٠٤١٥٤	٢٣٥ر٦٢٠٠	ر٠٠١٨٩٧	ر٠٠٣٢٨٢	٣٣٩ر٢٩٢٨	ر٠٠١٥٦٢	ر٠٠٢٧٠١	٤٦١ر٨١٥٢
١ر٣٠	ر٠٠٢٧٩٤	ر٠٠٤٨٧٦	٢٥٥ر٢٥٥٠	ر٠٠٢٢٠٨	ر٠٠٣٨٥٢	٣٦٧ر٥٦٧٢	ر٠٠١٨١٧	ر٠٠٣١٧٥	٥٠٠ر٢٩٩٨
١ر٤٠	ر٠٠٣٢١٣	ر٠٠٥٦٥٤	٢٧٤ر٨٩٠٠	ر٠٠٢٥٤١	ر٠٠٤٤٦٧	٣٩٥ر٨٤١٦	ر٠٠٢٠٨٤	ر٠٠٣٦٨٠	٥٣٨ر٧٨٤٤
١ر٥٠	ر٠٠٣٦٦٥	ر٠٠٦٤٩١	٢٩٤ر٥٢٥٠	ر٠٠٢٨٩٦	ر٠٠٥١٢٨	٤٢٤ر١١٦٠	ر٠٠٢٣٧٦	ر٠٠٤٢٢٣	٥٧٧ر٢٦٩٠

متوسط السرعة م/ث	قطر الماسورة ٠ر٨٠٠ متر قطاعها = ٠ر٥٠٢٦٥٦ م²			قطر الماسورة ٠ر٩٠٠ متر قطاعها = ٠ر٦٣٦١٧٤ م²			قطر الماسورة ١ر٠٠٠ متر قطاعها = ٠ر٧٨٥٣٩٨ م²		
	فاقد الضغط للمتر الطولى		التصرف لتر/ثانية	فاقد الضغط للمتر الطولى		التصرف لتر/ثانية	فاقد الضغط للمتر الطولى		التصرف لتر/ثانية
	ماسورة جديدة	ماسورة مستعملة		ماسورة جديدة	ماسورة مستعملة		ماسورة جديدة	ماسورة مستعملة	
ر١٠	ر٠٠٠٠١٤	ر٠٠٠٠١٨	٥٠ر٢٦٥٦	ر٠٠٠٠١٢	ر٠٠٠٠١٥	٦٣ر٦١٧٤	ر٠٠٠٠١٠	ر٠٠٠٠١٣	٧٨ر٥٣٨٩
ر٢٠	ر٠٠٠٠٤٩	ر٠٠٠٠٦٧	١٠٠ر٥٣١٢	ر٠٠٠٠٤٣	ر٠٠٠٠٥٨	١٢٧ر٢٣٤٨	ر٠٠٠٠٣٧	ر٠٠٠٠٥١	١٥٧ر٠٧٧٨
ر٣٠	ر٠٠٠١٠٣	ر٠٠٠١٤٧	١٥٠ر٧٩٦٨	ر٠٠٠٠٨٩	ر٠٠٠١٢٤	١٩٠ر٨٥٢٢	ر٠٠٠٠٧٨	ر٠٠٠١١١	٢٣٥ر٦١٦٧
ر٤٠	ر٠٠٠١٧٤	ر٠٠٠٢٥٨	٢٠١ر٠٦٢٤	ر٠٠٠١٥٠	ر٠٠٠٢١٨	٢٥٤ر٤٦٩٦	ر٠٠٠١٣٢	ر٠٠٠١٩٥	٣١٤ر١٥٥٦
ر٥٠	ر٠٠٠٢٦٢	ر٠٠٠٣٩٨	٢٥١ر٣٢٨٠	ر٠٠٠٢٢٥	ر٠٠٠٣٣٦	٣١٨ر٠٨٧٠	ر٠٠٠٢٠٠	ر٠٠٠٣٠٢	٣٩٢ر٦٩٤٥
ر٦٠	ر٠٠٠٣٦٧	ر٠٠٠٥٧٢	٣٠١ر٥٩٣٦	ر٠٠٠٣١٦	ر٠٠٠٤٨٣	٣٨١ر٧٠٤٤	ر٠٠٠٢٨٠	ر٠٠٠٤٣٣	٤٧١ر٢٣٣٤
ر٧٠	ر٠٠٠٤٨٩	ر٠٠٠٧٧٦	٣٥١ر٨٥٩٠	ر٠٠٠٤٢١	ر٠٠٠٦٥٤	٤٤٥ر٣٢١٨	ر٠٠٠٣٧٢	ر٠٠٠٥٨٧	٥٤٩ر٧٧٢٣

ر٨٠	ر٠٠٠٦٢٨	ر٠٠١٠١٢	٤٠٢ر١٢٤٨	ر٠٠٠٥٤٠	ر٠٠٠٨٥٢	٥٠٨ر٩٣٩٢	ر٠٠٠٤٧٨	ر٠٠٠٧٦٥	٦٢٨ر٣١١٢
ر٩٠	ر٠٠٠٧٨١	ر٠٠١٢٧٩	٤٥٢ر٣٩٠٤	ر٠٠٠٦٧١	ر٠٠١٠٧٧	٥٧٢ر٥٠٦٦	ر٠٠٠٥٩٦	ر٠٠٠٩٦٦	٧٠٦ر٨٥٠١
١ر٠٠	ر٠٠٠٩٥١	ر٠٠١٥٧٩	٥٠٢ر٦٥٦٠	ر٠٠٠٨١٧	ر٠٠١٣٢٧	٦٣٦ر١٧٤٠	ر٠٠٠٧٢٦	ر٠٠١١٩٣	٧٨٥ر٣٩٨٠
١ر١٠	ر٠٠١١٣٩	ر٠٠١٩١٠	٥٥٢ر٩٢١٦	ر٠٠٠٩٨٠	ر٠٠١٦٠٦	٦٩٩ر٧٩١٤	ر٠٠٠٨٦٨	ر٠٠١٤٤٣	٨٦٣ر٩٢٧٩
١ر٢٠	ر٠٠١٣٤١	ر٠٠٢٢٧٤	٦٠٣ر١٨٧٢	ر٠٠١١٤٤	ر٠٠١٩١٠	٧٦٣ر٤٠٨٨	ر٠٠١٠٢٤	ر٠٠١٧١٨	٩٤٢ر٤٦٦٨
١ر٣٠	ر٠٠١٥٥٩	ر٠٠٢٦٦٨	٦٥٣ر٤٥٢٨	ر٠٠١٣٣٢	ر٠٠٢٢٤١	٨٢٧ر٠٢٦٢	ر٠٠١١٩١	ر٠٠٢٠١٦	١٠٢١ر٠٠٥٧
١ر٤٠	ر٠٠١٧٩١	ر٠٠٣٠٩٥	٧٠٣ر٧١٨٤	ر٠٠١٥٢٩	ر٠٠٢٦٠٤	٨٩٠ر٦٤٣٦	ر٠٠١٣٧٢	ر٠٠٢٣٣٨	١٠٩٩ر٥٤٤٦
١ر٥٠	ر٠٠٢٠٤١	ر٠٠٣٥٥٢	٧٥٣ر٩٨٤٠	ر٠٠١٧٤١	ر٠٠٢٩٨٣	٩٥٤ر٢٦١٠	ر٠٠١٥٦٣	ر٠٠٢٦٨٤	١١٧٨ر٠٨٣٥

متوسط السرعة م/ث	قطر الماسورة ١ر٢٥٠ متر قطاعها = ١ر٢٢٧١٩ م^٢			قطر الماسورة ١ر٥٠٠ متر قطاعها = ١ر٧٦٧١٥ م^٢			قطر الماسورة ١ر٧٥٠ متر قطاعها = ٢ر٤٠٥٢٨١ م^٢		
	فاقد الضغط للمتر الطولى		التصرف لتر/ثانية	فاقد الضغط للمتر الطولى		التصرف لتر/ثانية	فاقد الضغط للمتر الطولى		التصرف لتر/ثانية
	ماسورة جديدة	ماسورة مستعملة		ماسورة جديدة	ماسورة مستعملة		ماسورة جديدة	ماسورة مستعملة	
٠ر١٠	٠ر٠٠٠٠٠٨	٠ر٠٠٠٠١٠	١٢٢ر٧١٥٠	٠ر٠٠٠٠٠٦	٠ر٠٠٠٠٠٨	١٧٦ر٧١٠	٠ر٠٠٠٠٠٥	٠ر٠٠٠٠٠٧	٢٤٠ر٥٢٨
٠ر٢٠	٠ر٠٠٠٠٢٨	٠ر٠٠٠٠٣٨	٢٤٥ر٤٣٠٠	٠ر٠٠٠٠٢٣	٠ر٠٠٠٠٣٠	٣٥٣ر٤٢٠	٠ر٠٠٠٠١٩	٠ر٠٠٠٠٢٥	٤٨١ر٠٥٦
٠ر٣٠	٠ر٠٠٠٠٦٠	٠ر٠٠٠٠٨٤	٣٦٨ر١٤٥٠	٠ر٠٠٠٠٤٨	٠ر٠٠٠٠٦٧	٥٣٠ر١٣٠	٠ر٠٠٠٠٤٠	٠ر٠٠٠٠٥٥	٧٢١ر٥٨٤
٠ر٤٠	٠ر٠٠٠١٠١	٠ر٠٠٠١٤٧	٤٩٠ر٨٦٠٠	٠ر٠٠٠٠٨١	٠ر٠٠٠١١٧	٧٠٦ر٨٤٠	٠ر٠٠٠٠٦٨	٠ر٠٠٠٠٩٦	٩٦٢ر١١٢
٠ر٥٠	٠ر٠٠٠١٥٢	٠ر٠٠٠٢٢٧	٦١٣ر٥٧٥٥	٠ر٠٠٠١٢٢	٠ر٠٠٠١٨٢	٨٨٣ر٥٥٠	٠ر٠٠٠١٠٢	٠ر٠٠٠١٤٩	١٢٠٢ر٦٤١
٠ر٦٠	٠ر٠٠٠٢١٣	٠ر٠٠٠٣٢٦	٧٣٦ر٢٩٠٠	٠ر٠٠٠١٧٢	٠ر٠٠٠٢٦٠	١٠٦٠ر٢٦٠	٠ر٠٠٠١٤٤	٠ر٠٠٠٢١٥	١٤٤٣ر١٦٩
٠ر٧٠	٠ر٠٠٠٢٨٥	٠ر٠٠٠٤٤٣	٨٥٩ر٠٠٥٠	٠ر٠٠٠٢٣٠	٠ر٠٠٠٣٥٣	١٢٣٦ر٩٧٠	٠ر٠٠٠١٩١	٠ر٠٠٠٢٩١	١٦٨٣ر٦٩٧

ر٨٠	ر٠٠٠٣٦٦	ر٠٠٠٥٧٩	٩٨١ر٧٢٠٠	ر٠٠٠٢٩٥	ر٠٠٠٤٦١	١٤١٣ر٦٨٠	ر٠٠٠٢٤٦	ر٠٠٠٣٨٠	١٩٢٤ر٢٢٥
ر٩٠	ر٠٠٠٤٥٦	ر٠٠٠٧٣٢	١١٠٤ر٤٣٥٠	ر٠٠٠٣٦٨	ر٠٠٠٥٨٤	١٥٩٠ر٣٩٠	ر٠٠٠٣٠٦	ر٠٠٠٤٨١	٢١٦٤ر٧٥٣
١ر٠٠	ر٠٠٠٥٥٦	ر٠٠٠٩٠٣	١٢٢٧ر١٥٠٠	ر٠٠٠٤٤٧	ر٠٠٠٧٢١	١٧٦٧ر١٠٠	ر٠٠٠٣٧٣	ر٠٠٠٥٩٤	٢٤٠٥ر٢٨١
١ر١٠	ر٠٠٠٦٦٥	ر٠٠١٠٩٢	١٣٤٩ر٨٦٥٠	ر٠٠٠٥٣٥	ر٠٠٠٨٧٢	١٩٤٣ر٨١٠	ر٠٠٠٤٤٧	ر٠٠٠٧١٨	٢٦٤٥ر٨ ٩
١ر٢٠	ر٠٠٠٧٨٣	ر٠٠١٢٩٩	١٤٧٢ر٥٨٠٠	ر٠٠٠٦٣١	ر٠٠١٠٣٨	٢١٢٠ر٥٢٠	ر٠٠٠٥٢٧	ر٠٠٠٨٥٤	٢٨٨٦ر٣٣٧
١ر٣٠	ر٠٠٠٩١١	ر٠٠١٥٢٤	١٥٩٥ر٢٩٥٠	ر٠٠٠٧٣٥	ر٠٠١٢١٨	٢٢٩٧ر٢٣٠	ر٠٠٠٦١٤	ر٠٠١٠٠٣	٣١٢٦ر٨٦٥
١ر٤٠	ر٠٠١٠٤٩	ر٠٠١٧٦٧	١٧١٨ر٠١٠٠	ر٠٠٠٨٤٥	ر٠٠١٤١٢	٢٤٧٣ر٩٤٠	ر٠٠٠٧٠٦	ر٠٠١١٦٣	٣٣٦٧ر٣٩٣
١ر٥٠	ر٠٠١١٩٦	ر٠٠٢٠٢٨	١٨٤٠ر٧٢٥٠	ر٠٠٠٩٦٣	ر٠٠١٦٢١	٢٦٥٠ر٦٥٠	ر٠٠٠٨٠٥	ر٠٠١٣٣٥	٣٦٠٧ر٩٢٢

تقديرات لاحتياجات مياه الشرب :

الاستخدام المنزلى :

المدن الصغيرة	٥٠ لتر للشخص / اليوم
المدن الكبيرة	٢٢٠ لتر للشخص / اليوم

المنشآت العامة :

المدارس	١٠٠ لتر / للتلميذ
مستشفيات	٣٠٠ لتر / للسرير
تصرف خرطوم الحريق لا يقل عن	٦٫٥ لتر / ثانية ضغط ٢٠ متر
السلخانات	٣٠٠ لتر / للرأس
غسيل الشوارع	١٫٥ لتر / للمتر المربع
مراحيض ومباول عمومية	٥٠٠٠ لتر / اليوم

المبانى المنعزلة :

الاستخدام المنزلى	٢٥ــ٥٠ لتر للشخص / اليوم
للماشية	٥ ــ ٣٠ لتر للرأس

الوزن النوعى للغازات :

الغـاز	الوزن النوعى بالنسبة للهواء	وزن اللتر عند درجة صفر مئوى والضغط الجوى ٧٦٠ مم زئبق
الهواء	١ر٠٠٠	١ر٢٩٣
أكسجين	١ر١٠٥	١ر٤٣٠
نيتروجين	٠ر٩٦٧	١ر٢٥١
أيدروجين	٠ر٠٦٩	٠ر٠٩٠
ثانى أكسيد الكربون	١ر٥٢٩	١ر٩٨٧
كلور	٢ر٤٩١	٣ر٢٢٢
أمونيا	٠ر٥٩٧	٠ر٧٢٢
ثانى أكسيد الكبريت	٢ر٢٦٣	٢ر٩٢٧
كبريتور الأيدروجين	١ر١٩٠	١ر٥٣٩

ولإيجاد الوزن لوحدة الحجم عند درجات الحرارة المختلفة تستخدم المعادلة الآتية :

الوزن لوحدة الحجم عند درجة حرارة (د)

$$= \frac{\text{الوزن لوحدة الحجم عند درجة حرارة صفر مئوى}}{\text{١ + ٠ر٠٠٣٦٧ × درجة الحرارة المئوية}}$$

وكذا الوزن لوحدة الحجم عند الضغط ض

$$= \frac{\text{ض × وحدة الوزن لوحدة الحجم عند الضغط الجوى}}{\text{٧٦٠}}$$

الجدول التالى يوضح :

بعض الأعداد وتربيعها وتكعيبها وجذرها التربيعى والتكعيبى ومحيط ومسطح دائرتها ولوغرتماتها :

العدد ا	$ا^2$	$ا^3$	$\sqrt{ا}$	$\sqrt[3]{ا}$	المحيط ط ا	المساحة $\frac{ط ا^2}{4}$	لو ا
١	١	١	١	١	٣ر١٤٢	٠ر٧٨٥٣	٠ر٠٠٠٠
٢	٤	٨	١ر٤١٤٢	١ر٢٥٩٩	٦ر٢٨٣	٣ر١٤١٥	٠ر٣٠١٠
٣	٩	٢٧	١ر٧٣٢١	١ر٤٤٢٢	٩ر٤٢٦	٧ر٠٦٨٥	٠ر٤٧٧١
٤	١٦	٦٤	٢ر٠٠٠٠	١ر٥٨٧٤	١٢ر٥٦٦	١٢ر٥٦٦٢	٠ر٦٠٢١
٥	٢٥	١٢٥	٢ر٢٣٦١	١ر٧١٠٠	١٥ر٧٠٨	١٩ر٦٣٤٧	٠ر٦٩٨٩
١٠	١٠٠	١٠٠٠	٣ر١٦٢٣	٢ر١٥٤٤	٣١ر٤١٦	٧٨ر٥٣٩٨	١ر٠٠٠٠
١٥	٢٢٥	٣٣٧٥	٣ر٨٧٣٠	٢ر٤٦٦٢	٤٧ر١٢٤	١٧٦ر٧١٢٧	١ر١٧٦١
٢٠	٤٠٠	٨٠٠٠	٤ر٤٧٢١	٢ر٧١٤٤	٦٢ر٨٣٢	٣١٤ر١٥٩٢	١ر٣٠١٠
٢٥	٦٢٥	١٥٦٢٥	٥ر٠٠٠٠	٢ر٩٢٤٠	٧٨ر٥٤٠	٤٩٠ر٨٦٨٧	١ر٣٩٧٩
٣٠	٩٠٠	٢٧٠٠٠	٥ر٤٧٧٢	٣ر١٠٧٢	٩٤ر٢٤٨	٧٠٦ر٨٥٨٢	١ر٤٧٧١

٣٥	١٢٢٥	٤٢٨٧٥	٥٫٩١٦١	٣٫٢٧١١	١٠٩٫٩٥٦	٩٦٢٫١٠	١٫٥٤٤١
٤٠	١٦٠٠	٦٤٠٠٠	٦٫٣٢٤٦	٣٫٤٢٠٠	١٢٥٫٦٦	١٢٥٦٫٦٢	١٫٦٠٢١
٤٥	٢٠٢٥	٩١١٢٥	٦٫٧٠٨٢	٣٫٥٥٦٩	١٤١٫٣٧	١٥٩٠٫٤١	١٫٦٥٣٢
٥٠	٢٥٠٠	١٢٥٠٠٠	٧٫٠٧١١	٣٫٦٨٤٠	١٥٧٫٠٨	١٩٦٣٫٤٨	١٫٦٩٩٠
٦٠	٣٦٠٠	٢١٦٠٠٠	٧٫٧٤٦٠	٣٫٩١٤٩	١٨٨٫٥٠	٢٨٢٧٫٤٠	١٫٧٧٨١
٧٠	٤٩٠٠	٣٤٣٠٠٠	٨٫٣٦٦٦	٤٫١٢١٣	٢١٩٫٩١	٣٨٤٨٫٤١	١٫٨٤٥١
٨٠	٦٤٠٠	٥١٢٠٠٠	٨٫٩٤٤٣	٤٫٣٠٨٩	٢٥١٫٣٣	٥٠٢٦٫٥٠	١٫٩٠٣١
٩٠	٨١٠٠	٧٢٩٠٠٠	٩٫٤٨٦٨	٤٫٤٨١٤	٢٨٢٫٧٤	٦٣٦١٫٦٦	١٫٩٥٤٢
١٠٠	١٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠٠	١٠٫٠٠٠٠	٤٫٦٤١٦	٣١٤٫١٦	٧٨٥٣٫٩٨	٢٫٠٠٠٠
١٢٥	١٥٦٢٥	١٩٥٣١٢٥	١١٫١٨٠٣	٥٫٠٠٠٠	٣٩٢٫٧٠	١٢٢٧١٫٩	٢٫٠٩٦٩
١٥٠	٢٢٥٠٠	٣٣٧٥٠٠٠	١٢٫٢٤٧٤	٥٫٣١٣٣	٤٧١٫٢	١٧٦٧١٫٥	٢٫١٧٦١
١٧٥	٣٠٦٢٥	٥٣٥٩٣٧٥	١٣٫٢٢٨٨	٥٫٥٩٣٤	٥٤٩٫٨	٢٤٠٥٢٫٨	٢٫٢٤٣٠
٢٠٠	٤٠٠٠٠	٨٠٠٠٠٠٠	١٤٫١٤٢١	٥٫٨٤٨٠	٦٢٨٫٣	٣١٤١٦٫٠	٢٫٣٠١٠
٢٥٠	٦٢٥٠٠	١٥٦٢٥٠٠٠	١٥٫٨١١٤	٦٫٢٩٩٦	٧٨٥٫٤	٤٩٠٨٧٫٤	٢٫٣٩٧٩
٣٠٠	٩٠٠٠٠	٢٧٠٠٠٠٠٠	١٧٫٣٢٠٥	٦٫٦٩٤٣	٩٤٢٫٥	٧٠٦٨٦٫٠	٢٫٤٧٧١
٤٠٠	١٦٠٠٠٠	٦٤٠٠٠٠٠٠	٢٠٫٠٠٠٠	٧٫٣٦٨١	١٢٥٧٫٠	١٢٥٦٦٤٫٠	٢٫٦٠٢١
٥٠٠	٢٥٠٠٠٠	١٢٥٠٠٠٠٠٠	٢٢٫٣٦٠٧	٧٫٩٣٧٠	١٥٧١٫٠	١٩٦٣٥٠٫٠	٢٫٦٩٩٠

ذوبان الغاز بالماء :

والجدول التالى يوضح مقدار ذوبان الغاز بالمتر فى لتر من الماء تحت الضغط الجوى :

الغاز	درجة الحرارة المئوية			
	صفر	١٠	٢٠	٣٠
الهواء	٠ر٠٢٤٧	٠ر٠١٩٥	٠ر٠١٧٠	—
أكسجين	٠ر٠٤٨٩	٠ر٠٣٨٠	٠ر٠٣١٠	٠ر٠٢٦٢
نيتروجين	٠ر٠٣٥	٠ر٠١٨٥	٠ر٠١٥٤	٠ر٠١٤٣
أيدروجين	٠ر٠٢١٥	٠ر٠١٩٥	٠ر٠١٨٢	٠ر٠١٧٠
ثانى أكسيد الكربون	١ر٧٩٦٧	١ر١٨٤٧	٠ر٩٠١٤	—
كبريتور الأيدروجين	٤ر٣٧٠٦	٣ر٥٨٦٠	٢ر٩٠٥٣	—
كلور	—	٣ر١٤٨	٢ر٢٩٩	١ر٧٩٩
أمونيا	١ر٠٤٩	٠ر٨١٢	٠ر٦٥٤	—
ثانى أكسيد الكبريت	٧٩ر٧٨٩	٥٦ر٦٤٧	٣٩ر٢٧٤	—

جداول للتحويل

الأطوال :

بوصة	= ٠٫٠٢٥٤ متر
قدم (١٢) بوصة	= ٠٫٣٠٤٨ متر
ياردة (٣ قدم)	= ٠٫٩١٤٣ متر
ميل (١٧٦٠ ياردة)	= ١٫٦ كيلو متر
فرسخ بحرى (٣٫٤٥٤ ميل)	= ٥٫٥٥٨٥ كيلو متر

مسطحات :

ميل مربع	= ٢٫٥٨٩٩ كم مربع
هكتار (١٠٠٠٠ م٢)	= ٢٫٤٧١ فدان

مقاسات مصرية :

زراع بلدى	= ٠٫٥٨ سم
زراع معمارى	= ٠٫٧٥ سم
قصبة	= ٣٫٥٥ متر
فدان	= ٣٣٣٫٣٣٣ قصبة مربعة
	= ٤٢٠٠ م٢

أحجام :

بوصة مكعبة	= ١٦٫٣٨٧ سم٣
	= ٠٫٠١٦٤ لتر
جالون إنجليزى	= ٤٫٥٤٥٩٦ لتر
جالون أمريكى	= ٣٫٧٨٥٤٢ لتر

الكتلة :

جرين	=	٠٫٠٦٥ جرام
أونس	=	٢٨٫٣٥٠ جرام
رطل (١٦ أونس)	=	٠٫٤٥٣٦ كيلوجرام
أستون (١٤ رطل)	=	٦٫٣٥٠ كيلوجرام
كوارتر (٢ أستون)	=	١٢٫٧٠٠ كيلوجرام
هندردويت إنجليزى (١١٢ رطل) (٤ كوارتر)	=	٥٠٫٨٠٢ كيلوجرام
هندردويت أمريكى (١٠٠ رطل)	=	٤٥٫٣٥٢ كيلوجرام
طن إنجليزى (٢٠ هندردويت)	=	١٫٠١٦ طن (مترى)
طن أمريكى	=	٠٫٩٠٧ طن (مترى)

موازين مصرية :

درهم	=	٢٫١٢ جرام
أوقية	=	١٢ درهم
رطل	=	١٢ أوقية
أقة	=	٤٠٠ درهم
قنطار	=	١٠٠ رطل
	=	٣٦ أقة
	=	٤٤٫٩٢٨ كيلو جرام

ضغوط :

رطل على البوصة المربعة	= ٠ر٠٧٠٣٠٧ كجم سم^{٢}
رطل على القدم المربع	= ٤ر٨٨٢ كجم /م^{٢}
	= ٠ر٤٨٨٢ جرام/سم^{٢}
طن على البوصة المربعة	= ١ر٥٧٥ كجم / مم^{٢}
	= ١٥٧ر٥ كجم / سم^{٢}

قوى :

حصان	= ٠ر٧٤٥٧ كيلوات

محتويات الكتاب

الموضوع | صفحة

الموضوع	صفحة
الإهـــداء	٣
مقـــدمة	٥
الباب الأول	
الغرض من مرفق المجارى العامة ــ مصادر مياهه شروط ومعايير صرفها به ــ مشروعاته ــ البحوث اللازمة لتصميمه	٩
مصادر المخلفات السائلة	٩
الشروط والمواصفات اللازم توافرها للسماح للمياه المنزلية بالصرف بالمجارى العامة	١١
أسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الصحية الداخلية	١٤
ملحوظات هامة لطريقة استخدام أجهزة المبانى الصحية	٢٤
مشروعات الصرف الصحى	٢٦
الأبحاث والبيانات اللازمة لتصميم مشروع للمجارى العمومية	٢٧
الباب الثانى	
المواسير المستخدمة فى مشروعات الصرف الصحى	٣٦
مواسير الفخار الحجرى	٣٧
المواسير الخرسانية	٤١
المواسير الزهر	٥٣
المواسير الصلب	٥٧
مواسير الأسبستوس	٦٠
المواسير الخشبية	٦٥

الموضوع	صفحة

مواسير البلاستيك — المواسير البتيوميذية ٦٦
وصلات المواسير ومواد اللحام ٦٧
حماية المواسير ٧٠

الباب الثالث

تصميم المواسير ٧٥
تصميم قطاعات المواسير ٧٨
الأحمال على المواسير وتصميم سمك جدرانها ٨٦

الباب الرابع

تخطيط شبكة المواسير والمنشآت اللازمة لها وتصميمها
وطريقة تنفيذها وتشغيلها وصيانتها ٩١
التخطيط ٩١
التصميم ٩٣
المنشآت اللازمة على خطوط المواسير ٩٧
تنفيذ شبكة مواسير المجارى ١٢٨
صيانه شبكة مواسير المجارى ١٥٤

الباب الخامس

محطات الرفع ومحطات ضغط الهواء ١٦٦
ما يجب مراعاته عند تصميم محطات رفع المجارى ١٦٧
مبانى محطات الرفع ١٧٢
البيانات اللازمة لتصميم الطلمبات ومستلزماتها ١٨٠
الأعمال الميكانيكية والكهربائية بمحطات الرفع ١٨١
الطلمبات ١٨٣
المحركات الكهربائية ٢٠٣

الموضوع	صفحة

المحولات الكهربائية	٢١٢
الماكينات الديزل	٢١٣
الروافع	٢١٦
محطات ضغط الهواء ومواسير ضغط الهواء ومستلزماتها	٢٢٢
تشغيل وصيانة محطات الرفع	٢٣١
الباب السادس	
خواص ومكونات مياه المجارى	٢٣٦
الباب السابع	
أغراض معالجة مياه المجارى وحداتها المختلفة واختيار مواقعها	٢٦٠
الباب الثامن	
المصافى وغرف التصفية وأحواض حجز الشحوم	٢٦٤
المصافى	٢٦٤
غرف التصفية	٢٧٤
أحواض حجز الشحوم	٢٨٠
الباب التاسع	
أحواض الترسيب	٢٨١
الأحواض المستطيلة	٢٨٤
الأحواض الدائرية	٢٩١
أحواض إمهوف	٢٩٦
أحواض ترافيس — أحواض رأسية هرمية	٢٩٨
الترسيب بمساعدة الكيماويات	٣٠٠

الموضوع	صفحة

التشغيل والصيانة	٣٠٢
الباب العاشر	
معالجة مياه المجارى بالتهوية	٣٠٥
حقول البكتريا	٣٠٦
الترشيح الرملى	٣٠٩
مرشحات الزلط وأحواض الترسيب النهائية	٣١٢
معالجة مياه المجارى بتنشيط الحمأة	٣٢٥
طرق التهوية الميكانيكية	٣٢٩
طرق التهوية بالهواء المضغوط	٣٣٦
برك الأكسدة	٣٥٠
الباب الحادى عشر	
الكلور واستخداماته فى معالجة مياه المجارى	٣٥٤
الباب الثانى عشر	
التخلص من مياه المجارى	٣٧٣
التخلص بالبحار	٣٧٧
التخلص بمصارف الرى	٣٧٩
الصرف بالأنهر والترع والبحيرات العذبة	٣٨٢
الصرف بالرى	٣٨٣
التخلص باعادة الاستعمال	٢٨٤
الباب الثالث عشر	
الحمأة — مكوناتها — طريقة معالجتها والتخلص منها	٣٨٦

الموضوع	صفحة

طرق التخلص من الحمأة	٣٨٩
طرق تجفيف الحمأة السائلة على الرمال	٣٩٠
تخمير الحمأة جزئياً أو كلياً	٣٩٧
تجفيف الحمأة آليا	٤٠٢
اختبارات الحمأة	٤٠٧
تحديد المكونات للقيمة السمادية	٤١١
الميكروبات بالحمأة	٤١٢
التحكم فى الرائحة	٤١٤
الباب الرابع عشر	
تشغيل وصيانة أعمال معالجة المجارى	٤١٩
عينات مياه المجارى وتحليلها	٤٢٠
تقارير التشغيل الدورية	٤٢٢
الإشراف والعمالة — إجراء البحوث — المنشآت الواجب توافرها لحاجة العمل والعاملين	٤٣٢
الباب الخامس عشر	
مثال لتصميم أعمال تنقية معالجة كلية	٤٣٥
الباب السادس عشر	
مخلفات الصناعة السائلة	٤٤٤
الباب السابع عشر	
الصرف الصحى للمبانى المنعزلة	٤٦٣

الموضوع	صفحة
صرف المبانى المزودة بمصدر كاف لمياه الشرب	٤٦٤
صرف المبانى التى ليس لها مصدر كاف لمياه الشرب	٤٧٦
الباب الثامن عشر	
عطاءات وعقود المشروعات	٤٨١
الباب التاسع عشر	
مشروعات المجارى العمومية ببعض المدن الكبرى بالعالم	٤٨٨
القاهرة الكبرى	٤٨٨
نفق المجارى تحت قاع النيل بالقاهرة	٤٩٩
اسكندرية	٥١٠
الكويت	٥١٥
بغداد	٥١٨
باريس	٥٢٢
لندن	٥٢٣
برلين	٥٢٦
الاتحاد السوفيتى	٢٢٨
موسكو	٥٢٩
ليننجراد	٥٣٣
كييف	٥٣٦
سوتشى	٥٣٧
الولايات المتحدة الأمريكية	٥٤٠
نيويورك	٥٤٤

الموضوع	صفحة
دالاس	٥٤٤
لوس أنجلوس	٥٤٤
شيكاغو	٥٤٧
الباب العشرون	
قانون صرف المخلفات السائلة بجمهورية مصر العربية — وجداول مفيدة	٥٥١
القانون	٥٥١
فاقد الاحتكاك بالمواسير	٥٧٥
جداول مختلفة مفيدة	٥٨٦

المراجع

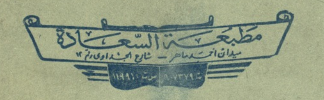
المرجع	المؤلف أو المؤسسة
هندسة البلديات	للمهندسين / محمود وصفى ، محمد عبد المنعم مصطفى
الهندسة الصحية	للمهندس الدكتور محمد على على فرج
المواصفات القياسية المصرية ...	جمعية المهندسين المصريين
محاضر لجنة أسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الصحية	وزارة الإسكان والتشييد
ملفات الهيئة العامة للمجارى والصرف الصحى بجمهورية مصر العربية	الهيئة العامة للمجارى والصرف الصحى
التقارير السنوية لبعض بلديات المدن الكبرى بالعالم ...	مجالس إدارة البلديات والوزارات المختصة
مطبوعات بعض معاهد البحوث والمصانع بالدول المتقدمة بالعالم	معاهدالبحوث — إدارات البحوث بالمصانع بالدول المتقدمة بالعالم
المحاضرات والبحوث التى نوقشت بالمؤتمر العالمى لمنع تلوث المياه والمنعقد بدالاس فى أكتوبر سنة ١٩٦٩ ...	السادة المحاضرين

مراجع اجنبية

Babbitt	Sewcrage & Sewage Treatment
Keefer	Sewage Treatment Works
Metcalf & Eddy	American Sewage Practice
« « «	Sewerage & Sewage Disposal
Moore & Silcock	Sanitary Engineering
E.G. Wahner & j.N. Lanoix	Excreta Disposal for Rural Areas & Small Communities
Institute of water Pollufion Control	jonrnal & Prints of I.W.P.C.



رقم الإيداع بدار الكتب ١٩٧٢/٢٧٩١



مطبعة السعادة
ميدان احمد ماهر — شارع الجنداوى رقم ١٢
ت ٩٠٧٣٧٩
س.ت ١١٩٩١٠

٢٠٠ قرشاً